

Original Research Paper

Systematics and paleoecology of small benthic foraminifera of Tirgan Formation in Bajgiran and Bazangan sheets in Kopeh-Dagh sedimentary basin, northeast of Iran

Maryam Motamedalshariati^{1*}

¹ Department of Geology, Faculty of Sciences, University of Birjand, Birjand, Iran

ARTICLE INFO

Article history:

Received: 2024 August 03

Accepted: 2024 December 28

Available online: 2025 March 21

Keywords:

Bajgiran

Bazangan

Paleoecology

Tirgan Formation

Kopeh-Dagh

ABSTRACT

The sedimentary basin of Kopeh-Dagh is located in the northeast of Iran. The study of 80 microscopic thin sections from Bajgiran and Bazangan sheet with (1:100000) scale which belonging to the Tirgan Formation in the center and east of the Kopeh-Dagh sedimentary basin, led to identified of 15 species belonging to 11 genera of small benthic foraminifera. The identified foraminifera from the point of view of paleoecology were investigated. The Tirgan Formation in Bajgiran and Bazagan sheet consists of oolitic limestones, marly limestones, oolitic limestones with *Orbitolina* and biosparite limestones. The identified genera and species of foraminifera in Tirgan Formation suggest Barremian-Aptian age, and for determining accurate age additional studies are required. The sediments of this formation were deposited in the middle and outer part of the continental shelf under aerobic to semi-aerobic conditions. The association of benthic foraminifera and the absence of plankton foraminifera in the Tirgan Formation indicate this formation was deposited under shallow water conditions during the Barremian-Aptian age. Petrographic studies have also confirmed the formation deposited from the shallow lagoonal environment to the shallow open marine, which is consistent and similar to the studied foraminiferal assemblage.

1. Introduction

The sedimentary basin of Kopeh-Dagh in the northeast of Iran has been considered for a long time because of hydrocarbon materials. Geological maps are essential tools for geological studies. In this research, the collection of small benthic foraminifera belonging to the Tirgan Formation in the geological maps with a scale of 1:100000 of Bajgiran and Bazangan in the Kopeh-Dagh basin prepared by the Geological and Mineral Exploration Organization is systematically described, and paleoecologically studied. It should

be noted that no research work has been done in this field so far.


In Bajgiran sheet (Naderi-Mighan, 2005) Tirgan Formation laid under the Sarcheshmeh Formation conformable, and in some areas, their contact is faulting. In the northern parts of the map, due to regression, the Sanganeh Formation with a disconformable contact is placed on top of this formation (Nadri-Meighan, 2004). The lower and upper boundary of Tirgan in the Bazangan map are the same as the Shaurijeh and Sarcheshmeh Formations, respectively, due to facies


* Corresponding author: Maryam Motamedalshariati; E-mail: mmotamed@birjand.ac.ir

Citation:

Motamedalshariati, M., 2025. Systematics and paleoecology of small benthic foraminifera of Tirgan Formation in Bajgiran and Bazangan sheets in Kopeh-Dagh sedimentary basin, northeast of Iran. *Scientific Quarterly Journal of Geosciences*, 35(1), 135, 19-38. <https://doi.org/10.22071/gsj.2024.471456.2153>.

E-ISSN: 2645-4963; Copyright©2021 G.S. Journal & the authors. All rights reserved.

 doi: 10.22071/gsj.2024.471456.2153

 dor: 20.1001.1.10237429.1404.35.1.2.3



This is an open access article under the by-nc/4.0/ License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)

changes and disconformable (Roshanravan and Navabpour, 2004).

The sedimentary basin of Kopeh-Dagh has been investigated by many researchers from different geological points of view. The primary research regarding to this study including: Roshanravan and Navabpour (2004) prepared a geological map of Bazangan sheet, in 1:100,000 scales. Naderi -Miqan (2004) prepared a geological map of Bajgiran sheet, in 1:100,000 scales.

Studies and researches on the biostratigraphy of the Tirgan Formation based on the content of foraminifers and algae present in it have been carried out by many researchers such as: Taherpour et al. (2010, 2013); Bucur et al. (2019); Gheiasvand et al. (2019).

2. Research methodology

Eighty thin sections were prepared from Tirgan Formation (in Bazangan and Bajgiran maps) in the Geological and Mineral Exploration Organization, Mashhad Center. Thin sections were studied with a binocular microscope. Some thin sections containing suitable and identifiable specimens of foraminifera were selected and photographed using a special camera. Plates were prepared from the pictures taken, and with the help of published books and papers related to the small benthic foraminifers of the Lower Cretaceous, their identification was done in thin sections.

3. Results and discussions

3.1. Paleontology Systematics

In the present study, the systematic description of the identified foraminifera has been discussed. Many articles have been used to identify the studied species, which are mentioned in the text. The following sources have been used to classify them. Holbourn and Kaminski (1997), Kaminski (2014), Loeblich and Tappan (1988). Using the mentioned references, 11 genera and 15 species of benthic foraminifera were identified. In order to save writing, examples of each map are given in abbreviated form as follows. 82-Nm represents foraminifera in Tirgan Formation in Bajgiran sheet and 79-b represents foraminifera of Tirgan Formation in Bazangan sheet.

Phylum: Sarcodina Loeblich and Tappan 1964

Class: Rhizopoda Loeblich and Tappan 1964

Order: Foraminiferida Eichwald 1830

Family: Cuneolinidae Saidova, 1981

Subfamily: Cuneolininae Saidova, 1981

Genus: *Cuneolina* d'Orbigny, 1839

Type species: *Cuneolina pavonia* d'Orbigny, 1846

***Cuneolina sliteri* Arnaud-Vanneau & Premoli Silva, 1995**

Plate 1 Fig. A

Sample number: 82-Nm-44

-Description: Test free, compressed conical shape starts with a small planispiral which followed with wide, short and multi-rowed chambers. At the beginning, the chambers are a little compact and are divided into chamberlets. They are generally quadrangular and subdivision is done with a series of horizontal and vertical plates

that are parallel to the septa. Wall agglutinated.

-Distribution: This specimen is global and was reported by Loeblich and Tappan (1988) during Lower to Upper Cretaceous age from America, Europe and China.

Family: Charentiidae Loeblich & Tappan, 1985

Genus: *Charentia* Neumann, 1965

Type species: *Charentia cuvillieri* Neumann, 1965

***Charentia cuvillieri* Neumann, 1965**

Pl. 1 Fig. B

Sample number: 82-Nm-31

-Description: the longitudinal section test is relatively long free with almost arcuate to round peripheral form. In the side view, test is compressed form. Chambers are triangular in shape. In the transverse section, in the first stage of test growth, it is complex on the surface and then is partially in an uncoiled form. It has twelve Chambers in the last whorl. The observed image is a longitudinal section of the genus. Wall agglutinated Distribution: This specimen is reported in Cenomanian age by Neumann (1965) from France, and also recorded from Iran and west of Kopeh- Dagh with Barremian-Aptian age by Taherpour et al. (2010), moreover Bucur (2019) and Yavarmanesh et al. (2017) assigned lower Barremian-Aptian age from Kopeh- Dagh.

Family: Mayncinidae Loeblich & Tappan, 1985

Genus: *Mayncina* Neumann, 1965

***Mayncina bulgarica* Laug, Peybernès and Rey, 1980**

Pl. 1 Fig. C

Sample number: 82-Nm-44

-Description: Disk-shaped to lenticular test, the wall agglutinated, the chambers are relatively wide, short, triangular to arch-shaped, which are inclined towards the apertural surface and are arranged in a planispiral form. Sutures slightly depressed, aperture indistinct chambers tending to be non-coiled. In the semi axial section, an important opening can be seen between the chambers and the margin of test.

-Distribution: this specimen was reported with late Barremian-early Aptian age from Kopeh- Dagh, Iran by Schlagintweit (2014).

Suborder: Miliolina Delage & Herouard, 1896

Superfamily: Miliolacea Ehrenber, 1839

Family: Hauerinidae Schwager, 1876

Subfamily: Hauerininae Schwager, 1876

Genus: *Quinqueloculina* d'Orbigny, 1823

Type species: *Serpula seminulum* Linne, 1758

***Quinqueloculina egmontensis*, Lloyd, 1962**

Pl. 1, Fig. E

Sample number: 82-Nm-11

-Description: In the transverse section, the shape of test is generally ovoid to circular with a rounded margin, and the chambers form an angle of 72 and 144 degrees. Usually, eight chambers are visible on the outer surface. The wall is relatively thick and made of

imperforate porcellaneous. The aperture is not clear.

-Distribution: This specimen was reported from Romania with an earlier Briasian-Aptian age by Neagu (1986) and from southeast Lesser Caucasus, with a Barremian-Aptian age by Voznesenskii et al. (2002).

Genus: *Quinqueloculina* d'Orbigny, 1823

Type species: *Serpula seminulum* Linne, 1758

Quinqueloculina sp.

Pl. 1 Fig. D

Sample number: 79-b-50

-Description: The shape of test is ovoid to circular with a rounded border, the chambers form an angle of 72 or 144 degrees with each other in any whorl of coiling. Usually, five chambers are visible on the outer surface. The material of the wall is imperforate porcellaneous.

-Distribution: Kazemzadeh et al. (2013) reported from Zagros from Cretaceous-Holocene age.

Superfamily: Lituolacea deBlainville, 1827

Family: Haplophragmoididae Maync, 1952

Genus: *Debarina* Raoult, Fourcade, and Vila 1972

Type species: *Debarina hahounerensis* Fourcade et al., 1972

Debarina hahounerensis Fourcade et al., 1972

Plate 2 Fig. B

Sample numbers: 82-Nm-40, 79-b-53

-Description: Test planispiral with ten to eleven chambers that have gradually become larger. The wall is microgranular, simple aperture is located on the apertural face.

-Distribution: the identified specimen reported from Torbat Heydarieh, Central Iran, Kopeh-Dagh, Northeast Iran respectively by Khodashenas et al. (2014), Babazadeh and Esmacili dehej (2015), Yavarmanesh et al. (2017), Gheiasvand et al. (2019), with a Barremian-Aptian age.

Debarina sp.

Plate 2 Fig. A

Sample number: 82-Nm-73

-Description: Test planispiral evolute to partially involute, chambers up ten to 13 in the last whorl which have gradually become larger. Sutures are clear and slightly depressed. The material of the wall is microgranular limestone.

-Distribution: It was reported from Algeria, Spain and Italy of Aptian age by Loeblich and Tappan (1988).

Family: Lituolidae de Blainville, 1827

Subfamily: Ammomarginulininae Podobina, 1978

Genus: *Ammobaculites* Cushman, 1910

Type species: *Spirolina agglutinans* d'Orbigny, 1846

Ammobaculites subcretaceous Cushman and Ten Dam 1930

Plate 2 Figs. C, D

Sample number: 82-Nm-34, 82-Nm-31

-Description: Small to medium-sized test, wall coarse-grained sandy limestone, in the longitudinal section, the type of coiling is at first planispiral, and in the next stage, chambers are arranged as a monoserial linear sutures between chambers are distinct and depressed. The aperture is simple and terminal.

-Distribution: This specimen was reported by Neagu (1965) from Romania with Aptian age and Weidich (1990), with Aptian-Cenomanian age from Germany.

Superfamily: Spiroplectamminacea Cushman, 1927

Family: Spiroplectamminidae Cushman, 1927

Subfamily: Spiroplectammininae Cushman, 1927

Genus: *Spiroplectamina* Cushman, 1927

Type species: *Textularia agglutinans* d'Orbigny var. *biformis*

Parker and Jones, 1865

Spiroplectamina sp. Ten Dam, 1950

Plate 2 Fig. E

Sample number: 79-b-15, 82-Nm-34

-Description: Test is long and slightly compressed, in the first stage of the test's growth, chambers show a planispiral on the surface, and then seven pairs of chambers are arranged biserial on the primary part. The sutures lines are straight to slightly arcuate and depressed. The structure of wall is agglutinated. The aperture is simple and terminal.

The test margin is smooth, slightly curved.

-Distribution: This genus is global and was reported by Loeblich and Tappan (1988) to be of Carboniferous-Holocene age. It was also reported by Mitchella and Carr (1998) from northwestern Europe with a Cretaceous age.

Rumanoloculina robusta Neagu, 1985

Plate. 1 Fig. F

Sample number: 82-Nm-10

-Description: Ovoid to oval test, the marginal of the test is round, the chambers make an angle with each other in successive whorls usually five chambers are visible on the outer surface. The wall is imperforate porcellaneous limestone.

-Distribution: This species was reported by Yavarmanesh et al. (2017) from Kopeh- Dagh with a Lower Cretaceous age.

Family: Verneuilinidae Cushman, 1911

Subfamily: Verneuilinoidinae Sulaymanov, 1973

Genus: *Gaudryinopsis* Podobina, 1975

Gaudryinopsis sp.

Plate 2 Fig. F, Plate 3 Fig. A

Sample number: 82-Nm-73, 79-b-32, 82-Nm-44

-Description: Elongated test, with an initial stage of three serial chambers that immediately change to biserial, from side view chambers are slightly raised parallel to each other sutures are depressed. The wall is fine-grained limey sandstone, the aperture is simple but not visible.

-Distribution: This genus is spread out global and was reported

by (Loeblich and Tappan, 1988) with late Triassic-late Eocene age and also by Ivanova and Kolodziej (2010) from Poland with late Jurassic-lower Cretaceous age.

Family: Verneuilinidae Cushman, 1911

Subfamily: Verneulinoidinae Suleymanov, 1973

Genus: *Verneulinoides* Loeblich and Tappan, 1964

Type species: *Verneuilina schizea* Cushman and Alexander, 1930

***Verneulinoides neocomiensis* Mjatluk, 1939**

Plate 3 Fig. B

Sample number 82-Nm-40

-Description: Test is free, relatively elongated, chambers are almost oval, flat, which gradually increase in terms of dimensions, the line of seams is clear, sunken, the end opening and on the level of the last cell, wall is limestone.

-Distribution: This species was reported by Riegraf and Luterbacher (1989) from the Indo-Atlantic Ocean with Beriasian-Aptian age and from northwestern Australia by Jones and Wonders (1992) with Tithonian-Aptian age.

Superfamily: Nodosarioidea Ehrenberg, 1838

Family: Vaginulinidae Reuss, 1860

Subfamily: Lenticulininae Chapman, Parr, & Collins, 1934

Genus: *Lenticulina* Lamarck, 1804

Type species: *Lenticulites rotulatus* Lamarck, 1804

***Lenticulina* sp.1**

Pl 3 Fig. C

Sample number: 79-b-63

-Description: Test biconvex medium to large fusiform, wall hyaline with a sharp margin that has a keel. The suture lines are raised slightly arched. Four to five chambers can be seen in the last whorl of spiral.

-Distribution: This species is recorded by Khodashenas et al. (2014) from northeast Torbat Heydarieh with Barremian-Aptian age and by Babazadeh and Esmaeili Dehej (2015) from Yazd block of central Iran with Lower Cretaceous age.

***Lenticulina* sp.2**

Pl 3 Fig. D

Sample number: 82-Nm-75

-Description: A small lenticular convex test with sharp margin that has a keel. Wall is hyaline. The sutures are flat, straight line, somewhat arc-shaped, which oriented towards the edge of the test. In the last whorl there are eight to nine chambers.

-Distribution: Weidich (1990) reported this species with a Cretaceous age and also by Holbourn and Kaminski (1997) from Site 766 in the Indian Ocean with a Barremian-Albian age.

***Lenticulina* sp.3**

Pl 2 Fig. A

Sample number: 79-b-74, 82-Nm-24

-Description: The lenticular test is small, convex, and partly

involute. It contains ten to eleven chambers. The sutures are nearly arched and raised, the test margin is thick, clear and has a keel.

-Distribution: similar to this species is reported from sites 763, 766 of the Indian Ocean with Aptian-Albian, late Valanginian-Albian ages, respectively (Holbourn and Kaminski, 1997).

3.2. Paleoecology

Foraminifera community is a valuable tool for interpreting the deposition conditions in the sedimentary basin (Boudagher-Fadel, 2008).

In the paleoecological studies of Tirgan Formation, the high diversity of small benthic foraminifera, and fragments of some macrofossils such as rudists, gastropods, echinoderms and bryozoans were used for reconstructing the paleoenvironmental conditions.

Milliolid communities such as *Quinqueloculina* sp. live in a very shallow and low-energy environment with fine-grained sediments that have been exposed to temperature and salinity fluctuations (Gräfe, 2005; Dragastan et al., 2005).

According to Omana (2019) discoid and cone-shaped foraminifera with a relatively large size, such as *Cuneolina* can represent an environment with moderate hydrodynamic energy and shallow waters.

Millioliidae, *Charentia*, *Mayncina*, *Rumanoloculina* often are known epifaunal assemblage with high oxygen content and low nutrients. At the same time *Vercorsella* and *Cuneolina* species are infaunal with high nutrient content and low oxygen content. These species have adapted to almost limited environmental conditions in shallow sea environments (Jorissen et al., 1995).

According to Scott (1978) Communities dominated by deposit feeders characterize the mud substrates that are extensively reworked by the infaunal organisms. Deposit feeder foraminifera are seen in environments where the food is usually stable and regular, so it can be said that the presence of deposit feeder foraminifers in the studied sections can be evidence of the amount of suitable food at the time of deposition Sediments of Tirgan Formation.

The presence of milliolid can also be a sign of the sediments being deposited in a shallow and warm Kiani Shahvandi and Lotfabad Arab (2021).

Orbitolins are present in some studied sections of the Tirgan Formation. According to Yazdi-Moghadam et al. (2008) the shell thickness in Orbitolins can depend on the depth of its life. Considering the thickness of the shell in the identified genera, it can be attributed to the shallowness of the sedimentary basin in the time of deposition of Tirgan Formation.

Rögl and Spezzaferri (2003) stated the genus *Lenticulina* with a hyaline test and a convex shape is suboxic indicator, which includes both epifaunal and infaunal dwellers under high-oxygen bottom conditions that are commonly epifaunal dwellers in low-oxygen bottom-water conditions. the genus lived in the middle and outer parts of the continental shelf to the upper parts of the deep sea in aerobic to semi-aerobic environments.

Ammobaculites is a small agglutinated benthic foraminifer with an elongated and semi-cylindrical shell, which belongs to the shallow part of the coast and in semi-aerobic to aerobic conditions and low to medium food, and have been seen in relatively shallow coastal waters (Carrillo et al., 1995).

The presence of spicules of sponges and bryozoan fragments can also represent a shallow sedimentary environment (Murray, 1991; Holcová and Zágorský, 2008; Pippèr and Reichenbacher, 2010).

Based on existing of macrofossils such as fragments of bryozoans, echinoids and brachiopods in corporation with small foraminifers in the Tirgan Formation, it can confirm an environment with normal water salinity and a stable environment (Nouradini et al., 2015).

Milliolid communities are related to a shallow and low-energy environment (lagoon environment) with fine-grained sediments that are exposed to temperature and salinity fluctuations (Gräfe, 2005; Dragastan et al., 2005). The Genera such as *Istriloculina*, *Charentia*, *Mayncina*, *Rumanoloculina*, also like milliolides, lived on the surface of sediments with high levels of oxygen and low nutrients (Jorissen et al., 1995).

4. Conclusion

In this research, 14 species belonging to 11 genera of small benthic foraminifers were identified by studying 80 thin sections from the Tirgan Formation related to the geological maps of Bajgiran and Bazangan, and based on this, the Late Barremian to Early Aptian age was suggested for this formation.

In accordance with studied assemblage foraminifera in this and previous researches, it could be concluded that the Tirgan Formation were deposited in the shallow environment. The abundance of benthic foraminifers and the absence of planktonic foraminifera support the shallow depth of the sedimentary basin during the deposition of Tirgan Formation.

The high diversity of benthic foraminifera with other bryozoans, echinoids and brachiopods, together with bioclasts and peloids can also represent a shallow marine environment within the photzone on an open sea platform with regular salinity and temperature, which has caused the oligotrophic communities to show good growth and prosperity on the sea floor.

Due to the diversity and abundance of surface benthic foraminifera in the studied sections of the Tirgan Formation, it was deposited in an environment with a relatively sufficient amount of oxygen and nutrients during its formation.

Orbitolins with thick crusts in microscopic thin sections can also testify to the shallowness of the Kopeh- Dagh sedimentary basin during the formation of the Tirgan Formation.

Acknowledgments

The authors express their gratitude to the Organization of Geology and Mineral Exploration, Northeast Branch (Mashhad Center), for providing microscopic thin sections, and to the Department of Geology, Birjand University, for using laboratory facilities.

سیستماتیک و دیرینه‌بوم‌شناسی روزن‌بران کفزی کوچک سازند تیرگان در نقشه‌های باجگیران و بزنگان در حوضه رسوبی کپه داغ شمال خاور ایران

مریم معتمدالشریعتی*

۱ گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران

چکیده

حوضه رسوبی کپه‌داغ در شمال خاور ایران واقع شده است. پس از مطالعه ۸۰ مقطع نازک متعلق به سازند تیرگان در نقشه‌های زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ باجگیران و بزنگان در مرکز و خاور حوضه رسوبی کپه داغ، ۱۴ گونه متعلق به ۱۱ جنس از روزن‌بران کفزی (بنتیک) کوچک شناسایی، توصیف و از نظر ویژگی‌های دیرینه‌بوم‌شناسی مورد مطالعه قرار گرفتند. سازند تیرگان در نقشه‌های باجگیران و بزنگان از سنگ‌آهک‌های الیتی، سنگ‌آهک‌های مارنی، سنگ‌آهک‌های الیتی اوریتولین‌دار و سنگ‌آهک‌های بیواسپارایتی تشکیل شده است. روزن‌بران شناسایی شده در سازند تیرگان مربوط به بازه زمانی بارمین-آپتین بوده و تعیین سن نسبی آن به‌صورت دقیق‌تر به مطالعات تکمیلی نیازمند است. رسوبات این سازند در قسمت میانی و خارجی فلات قاره و در شرایط هوازی تا نیمه هوازی نهشته شده‌اند. حضور روزن‌بران کفزی و نبود روزن‌بران شناور (پلانکتون) در سازند تیرگان نشانگر ژرفای کم حوضه در زمان تشکیل این سازند (بارمین-آپتین) بوده است. مطالعات سنگ‌نگاری نیز در مجموع، گویای برجای‌گذاری سازند از منطقه کم‌ژرفای لاگونی تا منطقه کم‌ژرفای دریای باز جلوی سد انجام گرفته است که با مجموعه روزن‌بران مورد مطالعه همخوانی و شباهت نشان می‌دهد.

اطلاعات مقاله

تاریخچه مقاله:

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۵/۱۳

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۰/۰۸

تاریخ انتشار: ۱۴۰۴/۰۱/۰۱

کلیدواژه‌ها:

باجگیران

بزنگان

دیرینه‌بوم‌شناسی

سازند تیرگان

کپه‌داغ

۱- پیش‌نوشتار

کپه‌داغ که توسط سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی تهیه شده است، به طور سیستماتیک توصیف شده و از لحاظ دیرینه‌بوم‌شناسی مورد بررسی قرار گرفته است (شکل‌های ۱ و ۲). لازم به یادآوری است که تاکنون کار پژوهشی در این زمینه انجام نشده است، البته باید در نظر داشت که این مطالعه یک بررسی مقدماتی برای به دست آوردن یک درک کلی از محتوای فسیلی و وضعیت محیط دیرینه سازند تیرگان است و بررسی‌های دقیق‌تر به مطالعات بعدی موکول می‌شود. در نقشه باجگیران سازند تیرگان به فرم هم‌شیب و پیوسته در زیر سازند سرچشمه جای گرفته است و در پاره‌ای مناطق مرز آنها گسله است. در قسمت‌های شمالی نقشه نیز به دلیل فرسایش، سازند سنگانه با مرز ناپیوسته روی این سازند قرار گرفته است (نادری میقان، ۱۳۸۴). مرزهای پایینی و بالایی تیرگان در نقشه بزنگان به ترتیب با سازندهای شورجه و سرچشمه با تغییر رخساره و به فرم فرسایشی هم‌شیب است (روشن روان و نواب‌پور، ۱۳۸۳).

حوضه رسوبی کپه‌داغ در شمال خاور ایران، از دیرباز به دلیل مواد هیدروکربوری مورد توجه بوده است. گستره آن تقریباً ۳/۳ درصد از مساحت کل کشور را شامل شده است (افشار حرب، ۱۳۷۳). این حوضه به عنوان یک حوضه درون قاره‌ای معرفی شده که پس از کوهزایی تریاس میانی و بسته شدن دریای هرسی نین در شمال و شمال خاور ایران تشکیل شده است (Berberian and King, 1981).

در خاور این حوضه، رسوبات از ژوراسیک تا کواترنر به چشم می‌خورند. ستبرای این رسوبات در برخی نواحی به بیش از ۸۰۰۰ متر نیز می‌رسد. نهشته‌های دوره کرتاسه در این حوضه رسوبی به ترتیب شامل سازندهای شورجه، زرد، تیرگان، سرچشمه، سنگانه، آیتامیر، آبدراز، آب‌تلخ، نزار و کلات می‌باشند (مهاجر، ۱۳۵۵). نقشه‌های زمین‌شناسی از ابزارهای پایه برای مطالعات زمین‌شناسی می‌باشند. در این پژوهش، مجموعه روزن‌بران کفزی (بنتیک) کوچک متعلق به سازند تیرگان موجود در نقشه‌های زمین‌شناسی با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ باجگیران و بزنگان در حوضه

* نویسنده مسئول: مریم معتمدالشریعتی؛ E-mail: mnotamed@birjand.ac.ir

ماخذنگاری:

معتمدالشریعتی، م.، ۱۴۰۴، سیستماتیک و دیرینه‌بوم‌شناسی روزن‌بران کفزی کوچک سازند تیرگان در نقشه‌های باجگیران و بزنگان در حوضه رسوبی کپه داغ شمال خاور ایران. فصلنامه علمی علوم زمین، ۳۵(۱)، ۱۳۵-۱۹. <https://doi.org/10.22071/gsj.2024.471456.2153>

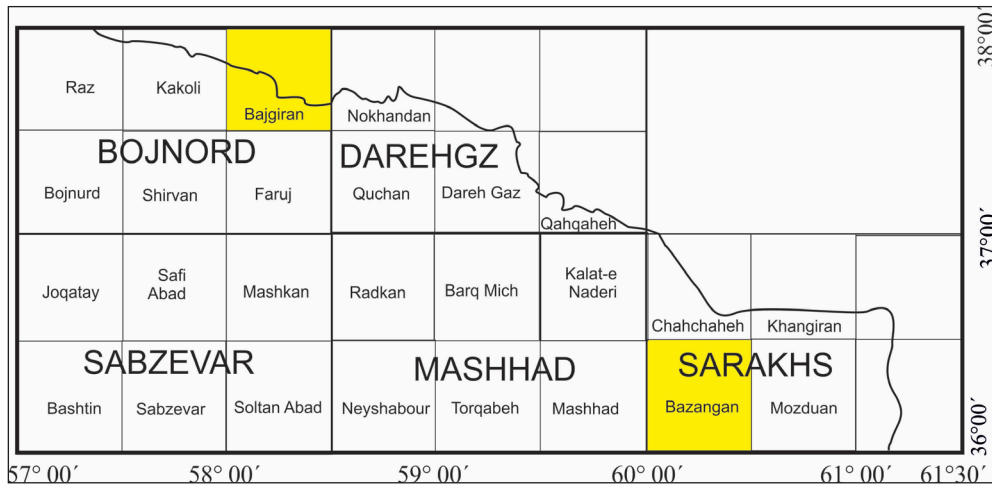
doi: 10.22071/gsj.2024.471456.2153



doi: 20.1001.1.10237429.1404.35.1.2.3

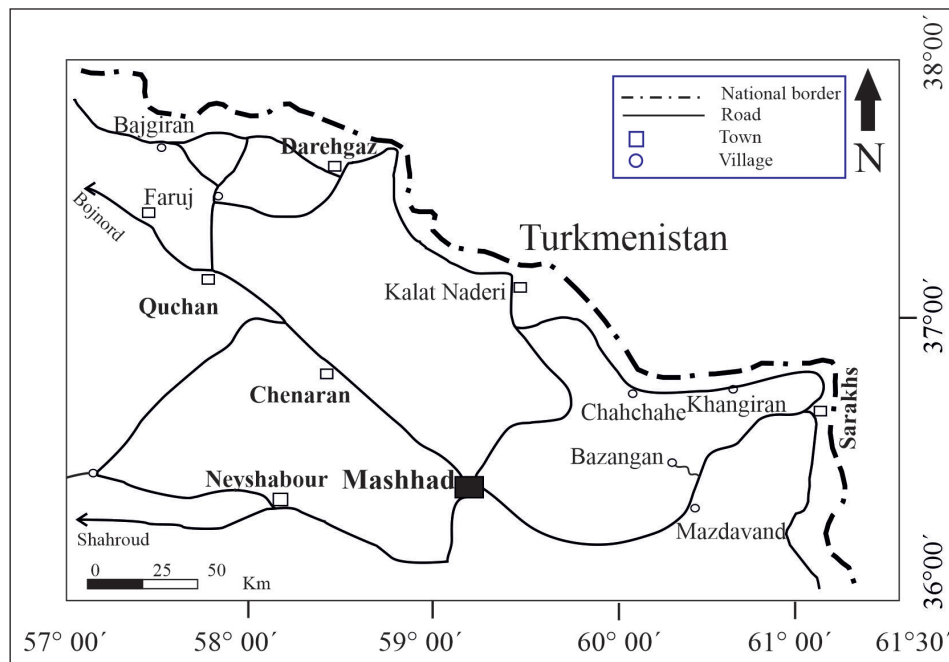
حقوق معنوی مقاله برای فصلنامه علوم زمین و نویسندگان مقاله محفوظ است.

This is an open access article under the by-nc/4.0/ License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)



شکل ۱- موقعیت نقشه‌های مورد مطالعه در نقشه راهنمای ۱:۱۰۰۰۰۰ سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی، مرکز مشهد.

Figure 1. The location of studied maps in index map of 1:1000000, Geological Survey of Iran, North east territory.



شکل ۲- نقشه راه‌های دسترسی در محدوده نقشه‌های مورد مطالعه.

Figure 2. Road maps and geological names of the studied area.

مجددا با توجه به محتویات جلبک‌ها و روزن‌بران مورد مطالعه و بررسی قرار داده‌اند. طاهرپور و همکاران (Taherpour et al., 2013) ضمن مطالعه روزن‌بران و جلبک‌های سازند تیرگان در کپه‌داغ، بررسی‌های جغرافیای دیرینه حوضه را انجام دادند. بوکر و همکاران (Bucur et al., 2013) بر روی روزن‌بران کفزی (بنتیک) کرتاسه پایینی در باختر کپه‌داغ مطالعاتی انجام داده‌اند. بوکر و همکاران (Bucur et al., 2019) بر روی روزن‌بران و جلبک‌های سازند تیرگان در کپه‌داغ مرکزی مطالعاتی انجام داده و بر اساس آنها سازند تیرگان را تعیین سن نمودند. غیاثوند و همکاران (Gheiasvand et al., 2019) روزن‌بران سازند تیرگان در نزدیکی روستای تیرگان در حوضه رسوبی کپه‌داغ را مورد مطالعه قرار دادند.

حوضه رسوبی کپه‌داغ از دیرباز از نقطه‌نظرهای متفاوت زمین‌شناسی توسط پژوهشگران مختلف مورد بررسی قرار گرفته است. توجه به این که مطالعه کنونی بر روی سازند تیرگان در نقشه‌های باجگیران و بزنگان در حوضه کپه‌داغ انجام گرفته، از این رو، تنها به پاره‌ای از مطالعاتی که پیش‌تر توسط پژوهشگران در این رابطه انجام شده، اشاره می‌شود.

سازندهای موجود در حوضه کپه‌داغ توسط افشار حرب (۱۳۴۸) معرفی شد. روشن‌روان و نواب‌پور (۱۳۸۳) نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ بزنگان را تهیه کردند. نادری میقان (۱۳۸۴) نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ باجگیران را تهیه کرده است. طاهرپور و همکاران (Taherpour et al., 2010) ضمن معرفی جنس‌های جدیدی از جلبک‌های سازند تیرگان در باختر کپه‌داغ، این سازند را

۲- روش پژوهش

پرمولی سیلوا (Arnaud Vanneau and Premoli Silva, 1995) معرفی شده‌اند، از خود نشان می‌دهد. برای مثال، از نظر شکل پوست هردو مثلثی تا مخروطی شکل هستند، جنس پوسته آهک میکرو گرانولار، اندازه و شکل حجرات نیز مشابه یکدیگر می‌باشند. از لحاظ اندازه هر دو کوچک و شکل حجرات هر دو تقریباً چهار گوش می‌باشند. در نمونه مورد مطالعه حجره جنینی به فرم دایره‌ای و گرد است در صورتی که دستگاه جنینی در مقاله آرنود و پرمولی سیلوا (Arnaud Vanneau and Premoli Silva, 1995) شامل پروتوکونک که به فرم گرد تا تخم مرغی شکلی و دوتروکونک نیز دیده می‌شود که توسط صفحات افقی و عمودی (بیم و رفر) تقسیم‌بندی شده‌اند و بلافاصله توسط حجرات دو ردیفی دنبال شده‌اند.

گسترده‌ی مکانی و زمانی: این نمونه با سن آپتین پسین-آلبین از سایت های ۸۷۸ و ۸۷۹ (ODP) و همچنین از جنوب خاور ایتالیا توسط اسپالتو و کافو (Caffau, 2010) با سن آلبین پیشین گزارش شده است.

Family: Charentiidae Loeblich & Tappan, 1985

Genus: *Charentia* Neumann, 1965

Type species: *Charentia cuvillieri* Neumann, 1965

***Charentia cuvillieri* Neumann, 1965**

Pl. 1 Fig. B

1965 *Haplophragmoides persica* n. sp. Gollestaneh, p. 149-150, pl. 13, figs. 1-5, pl. 14, figs. 1-7.

1965 *Charentia cuvillieri* n. sp. Neumann, p. 93-95, pl. 2, figs. 6-12.

1985 *Charentia cuvillieri* Neumann, Arnaud-Vanneau, p. 17-18, pl. 3, figs. 1-11.

2010 *Charentia cuvillieri* Neumann, Ivanova & Kolodziej, p. 27, pl. 3, figs. 5-10.

2014 *Charentia cuvillieri* Neumann, Khodashenas et al., p. 208, fig. 3 fig p.

2014 *Charentia cuvillieri* Neumann, Schlagintweit, p. 29, fig. 2 a-c.

2016 *Charentia cuvillieri* Neumann, Schlagintweit et al., p. 123, pl. 6, figs. E-F.

2017 *Charentia cuvillieri* Neumann, Yavarmanesh et al., p. 800, fig 3f.

نمونه: 82-Nm-31

توصیف: پوسته کوچک، حجرات به شکل سه گوش در برش طولی دیده می‌شوند، حاشیه صدف صاف تا تقریباً کمانی است. دارای سه حجره در آخرین دور پیچشی می‌باشد. جنس پوسته آهک ماسه‌ای ظریف می‌باشد. مشابه این نمونه توسط ایوانوا و کولوجی (Ivanova and Kolodziej, 2010) از لهستان گزارش شده که از نظر شکل حجره‌ها و جنس پوسته، مشابه هم هستند، اما از نظر اندازه صدف (بزرگ‌تر)، تعداد حجرات (بیشتر) با نمونه مورد مطالعه متفاوت است.

گسترده‌ی مکانی و زمانی: این گونه با سن سنوماین توسط نیومن (Neumann, 1965) از فرانسه، یاورمنش و همکاران (Yavarmanesh et al., 2017) از شمال خاور ایران با سن بارمین-آپتین پیشین، از سویس با سن بریازین میانی - سنوماین توسط آرنود و ماسه (Arnaud-Vanneau and Masse, 1989) گزارش شده است.

Family: Mayncinidae Loeblich & Tappan, 1985

Genus: *Mayncina* Neumann, 1965

***Mayncina cf. bulgarica* Laug, Peybernès and Rey, 1980**

Pl 1 Fig. C

1988 *Mayncina cf. bulgarica* Laug, Peybernès and Rey, Bucur, pl. 1, fig. 14.

پس از مطالعه و بررسی سازند تیرگان در نقشه‌های زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ باجگیران و بزنگان مربوط به حوضه رسوبی کپه‌داغ، تعداد ۸۰ مقطع نازک تهیه شده از نقشه‌های یاد شده، که توسط کارشناسان محترم سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی مرکز مشهد آماده شده بودند، با میکروسکوپ بیناکولار مطالعه شدند. تعداد ۲۱ مقطع نازک که حاوی نمونه‌های مناسب و قابل شناسایی از روزن‌بران بودند، انتخاب شدند و با استفاده از دوربین مخصوص عکسبرداری شدند. از تصاویر گرفته شده پلیت‌ها تهیه شدند و با کمک کتاب‌ها و مقالات منتشر شده در رابطه با روزن‌بران کفزی کوچک کرتاسه زیرین، نسبت به شناسایی آن‌ها در مقاطع نازک اقدام شد. همچنین به منظور مطالعه دیرینه‌بوم‌شناسی و شناخت محیط رسوبی مطالعات سنگ‌نگاری اولیه نیز انجام شد.

۳- داده‌ها و اطلاعات

۳-۱- سیستماٲیک دیرینه

روزن‌بران کفزی کوچک در سنگ آهک‌های سازند تیرگان در دو نقشه باجگیران و بزنگان از فراوانی و حفظ‌شدگی نسبتاً خوبی برخوردارند. در پژوهش حاضر تنها به توصیف سیستماٲیک این روزن‌بران که تا کنون پژوهشی در این زمینه انجام نگرفته، پرداخته شده است. برای شناسایی گونه‌های مورد مطالعه از مقالات متعدد استفاده شده که در متن به آنها اشاره شده است. برای طبقه‌بندی آن‌ها از مطالعات هولوبورن و کامینسکی (Holbourn and Kaminski, 1997)، کامینسکی (Kaminski, 2014) و لوبلیش و تاپان (Loeblich and Tappan, 1988) استفاده شده است.

با استفاده از این منابع، تعداد ۱۱ جنس و ۱۴ گونه روزن‌بر کفزی شناسایی شدند. به منظور صرفه‌جویی در نوشتار، نمونه‌های مربوط به هر نقشه به صورت اختصار آورده شده‌اند که به شرح زیر می‌باشند. 82-Nm معرف روزن‌بران سازند تیرگان در نقشه باجگیران و 79-b معرف روزن‌بران سازند تیرگان در نقشه بزنگان می‌باشند.

Phylum: Sarcodina Loeblich and Tappan, 1964

Class: Rhizopoda Loeblich and Tappan, 1964

Order: Foraminiferida Eichwald, 1830

Family: Cuneolinidae Saidova, 1981

Subfamily: Cuneolininae Saidova, 1981

Genus: *Cuneolina* d'Orbigny, 1839

Type species: *Cuneolina pavonia* d'Orbigny, 1846

***Cuneolina sliteri* Arnaud-Vanneau and Premoli Silva, 1995**

Plate 1 Fig. A

1995 *Cuneolina sliteri* n. sp. Arnaud Vanneau and Premoli Silva, p. 201 fig. 1; p. 207 pl. 3, figs. 1-9

2010 *Cuneolina sliteri* Arnaud Vanneau and Premoli Silva, Spalluto and Caffau, p. 346 fig. 11 A

نمونه: 82-Nm-44

توصیف: پوسته کوچک، مثلثی شکل و جنس آن آهک میکرو گرانولار می‌باشد. حجره جنینی به فرم دایره‌ای و گرد است در برش تقریباً محوری پس از حجره جنینی ابتدا حجرات کوچک، کوتاه و به فرم تک‌ردیفی و کمی فشرده بوده سپس حجرات دو ردیفی و در انتها به صورت سه ردیفی روی هم قرار گرفته‌اند. شکل حجرات تقریباً چهار ضلعی می‌باشد. حجرات انتهایی نسبت به حجرات قبلی کمی وسیع‌تر شده‌اند.

نمونه توصیف شده شباهت‌ها و تفاوت‌هایی با همین نمونه که توسط آرنود و

– **گسترده‌ی مکانی و زمانی:** این نمونه از رومانی با سن بریازین-آپتین پیشین توسط نیگو (Neagu, 1986) و از جنوب خاور قفقاز کوچک، با سن بارمین-آپتین توسط وزنسکی و همکاران (Voznesenskii et al., 2002) گزارش شده است. همچنین از بخش جنوبی Dobrogea رومانی توسط نیگو (Neagu, 1968) با سن بارمین و با سن بریازین-آپتین پیشین از رومانی توسط نیگو (Neagu, 1984, 1985, 1986)، و با سن آکسفوردین پسین - آلین توسط نیگو (Neagu, 1984, 1985, 1986) گزارش شده است.

Genus: *Quinqueloculina* d'Orbigny, 1823

Type species: *Serpula seminulum* Linne, 1758

***Quinqueloculina* sp.**

Plate 1 Fig. D

– **نمونه:** 79-b-50

– **توصیف:** جنس پوسته از آهک پورسلانوز بدون منفذ است. شکل صدف دایره‌ای با حاشیه‌ای گرد، تعداد ۷-حجره که در دوره‌های پیچش متوالی با هم زاویه ۷۲ و ۱۴۴ درجه می‌سازند، قابل مشاهده است.

– **گسترده‌ی مکان و زمان:** مشابه این جنس را کاظم زاده و همکاران (۱۳۹۰) از زاگرس به سن کرتاسه- هولوسن گزارش کرده‌اند.

Family: Hauerinidae Schwager, 1876

Subfamily: Hauerininae Schwager, 1876

Genus: *Rumanoloculina* Neagu, 1984

***Rumanoloculina robusta* Neagu, 1985**

Plate 1 Fig. F

1985 *Rumanoloculina robusta* (Neagu), Neagu, p. 213, pl. 5, figs. 21-24.

1986 *Rumanoloculina robusta* (Neagu), Neagu, p. 315, pl. 7, figs. 23-25; pl.

8, Figs. 30-38, Text-Fig. 2.

1995 *Rumanoloculina robusta* (Neagu), Bucur et al., pl. 3, figs. 6-9.

1995 *Rumanoloculina robusta* (Neagu), Arnaud -Vanneau, Premoli Silva, p. 209, pl. 5, fig. 10.

1999 *Rumanoloculina robusta* (Neagu), Ivanova, Pl. 2, figs. 9, 10.

2017 *Rumanoloculina robusta* (Neagu), Yavarmanesh et al., p. 801, fig4. f.

– **نمونه:** 82-Nm-10

– **توصیف:** شکل صدف تخم مرغی تا گرد با حاشیه صاف، اندازه صدف کوچک، حجره‌ها در دوره‌های پیچش متوالی با هم زاویه می‌سازند. معمولاً ۵ حجره در سطح بیرونی قابل مشاهده است. جنس دیواره از آهک پورسلانوز بدون منفذ می‌باشد.

نمونه توصیف شده در مقطع مورد مطالعه از نظر شکل کلی، جنس پوسته و نحوه آرایش حجرات شباهت زیادی به نمونه معرفی شده توسط آرنود و پرمولی سیلوا (Arnaud -Vanneau and Premoli Silva, 1995) دارد، فقط تعداد حجرات در آن نمونه بیشتر بوده و اندازه صدف نیز نسبت به نمونه مورد مطالعه بزرگ‌تر می‌باشد.

– **گسترش مکانی و زمانی:** این نمونه توسط یاورمنش و همکاران (Yavarmanesh et al., 2017) از تربت حیدریه با سن کرتاسه پیشین و توسط مجیدی‌فرد و همکاران (Majidifard et al., 2019) از مراغه شمال باختر ایران با سن بارمین پسین-آپتین پیشین و توسط آرنود و پرمولی سیلوا (Arnaud -Vanneau and Premoli Silva, 1995) با سن آپتین گزارش شده است.

Family Haplophragmoididae Maync, 1952

Genus: *Debarina* Raoult, Fourcade, and Vila, 1972

2002 *Mayncina bulgarica* Laug, Peybernès and Rey, Voznesenskii et al., Pl. 2, fig. 25.

2004 *Mayncina bulgarica* Laug, Peybernès and Rey, Ivanova and Koleva-Rekalova, pl. 3, fig. 10.

2007 *Mayncina bulgarica* Laug, Peybernès and Rey, Krajewskii, M. and Olszewska, B., fig. 4. J, K

2012 *Mayncina bulgarica* Laug, Peybernès and Rey, Rami et al., 69, fig. 7-1.

2014 *Mayncina bulgarica* Laug, Peybernès & Rey, 1980 (from Gollestaneh, 1965: pl. 216, fig. 5, pl. 218, fig. 2, pl. fig. 3)

– **نمونه:** 82-Nm-44

– **توصیف:** صدف تقریباً گرد و دایره‌ای شکل با دیواره‌ای از جنس آهک ماسه‌ای، در برش عرضی تعداد ۷ حجره تقریباً مثلثی شکل و کوچک که به فرم پیچیده در سطح قرار گرفته‌اند. خط درزها فرو رفته‌اند.

این نمونه توسط ایوانوا و کولودزی (Ivanova and Kolodziej, 2010) نیز از لهستان گزارش شده که شباهت‌ها و تفاوت‌هایی را با نمونه مورد مطالعه از خود نشان می‌دهد. در هر دو نمونه جنس پوسته یکسان است، شکل حجرات که تقریباً کمانی تا مثلثی هستند و نوع پیچش حجرات که به صورت پیچیده در سطح هستند و خط درزهای فرو رفته قابل تشخیص هستند. شکل صدف در نمونه‌ای که توسط ایوانوا و کولودزی (Ivanova and Kolodziej, 2010) معرفی شده عدسی شکل است و از لحاظ اندازه بزرگ‌تر از نمونه مطالعه شده است. همچنین حجرات وسیع‌تر بوده و ارتفاع حجرات نیز به تدریج افزایش یافته و تمایل حجرات به سمت دهانه می‌باشد.

– **گسترده‌ی مکانی و زمانی:** این گونه با سن بارمین پسین-آپتین پیشین از زاگرس توسط شلاگینویت (Schlagintweit, 2014) با سن آپتین پیشین از بلغارستان توسط لاگ و همکاران (Laug et al., 1980)، با سن آپتین از جنوب خاور قفقاز توسط وزنسکی و همکاران (Voznesenskii et al., 2002) گزارش شده است.

Suborder: Miliolina Delage & Herouard, 1896

Superfamily: Miliolacea Ehrenber, 1839

Family: Hauerinidae Schwager, 1876

Subfamily: Hauerininae Schwager, 1876

Genus: *Quinqueloculina* d'Orbigny, 1823

Type species: *Serpula seminulum* Linne, 1758

***Quinqueloculina egmontensis*, Lloyd, 1962**

Pl 1 Fig. E

1962 *Quinqueloculina egmontensis* Lloyd, n.sp.; Lloyd, p. 376, pl. 2, figs. 7a-c.

1968 *Quinqueloculina robusta* Neagu, Neagu p. 566, pl. 1, figs. 8-17; pl. 7, figs. 1-3

1993 *Quinqueloculina verbizhiensis* Dulub, Dulub and Zhabina, pl. 2, fig. 7.

2008 *Quinqueloculina robusta* Neagu, Ivanova et al., fig. 7, C, D.

– **نمونه:** 82-Nm-11

– **توصیف:** شکل صدف تخم مرغی تا بیضی شکل با حاشیه‌ای صاف، تعداد ۸ حجره که در دوره‌های پیچش با هم زاویه ۷۲ و ۱۴۴ درجه می‌سازند در سطح بیرونی قابل مشاهده است. دیواره از آهک پورسلانوز بدون منفذ تشکیل شده است.

این نمونه توسط ایوانوا و کولودزی (Ivanova and Kolodziej, 2010) از لهستان گزارش شده شباهت آن با نمونه مورد مطالعه در شکل صدف (هر دو تخم مرغی شکل) و داشتن یک حاشیه گرد است.

1965 *Ammobaculites subcretaceus* Cushman and Alexander, Neagu, pl. 1, figs. 4-6.

1990 *Ammobaculites subcretaceus* Cushman and Alexander, Weidich, p.92. taf. 2, figs. 13-16.

1991 *Ammobaculites subcretaceus* Cushman and Alexander, Schmalzriedt p. 100, pl. 5, Fig. 6

— **نمونه‌ها:** 82-Nm-31, 82-Nm-34

— **توصیف:** اندازه پوسته کوچک، جنس پوسته آهک ماسه‌ای دانه درشت، در برش طولی حجرات به صورت تک‌ردیفی و به تعداد ۳ عدد بر روی هم و پس از حجره جنینی که به صورت گرد و کوچک است قرار گرفته‌اند. خط درزها آشکار هستند. نمونه یاد شده با نمونه‌ای که ودیخ (Weidich, 1990)، گزارش نموده از نظر جنس پوسته و همچنین شکل کلی پوسته و طرز قرار گرفتن حجرات که به صورت تک‌ردیفی قرار گرفته‌اند، مشابه می‌باشد اما تعداد حجرات در نمونه مورد مطالعه از تعداد حجرات در نمونه ودیخ (Weidich, 1990)، کمتر است. اندازه پوسته در نمونه مورد بررسی نسبت به نمونه ودیخ (Weidich, 1990) کوچک‌تر می‌باشد.

— **گسترش مکانی و زمانی:** این نمونه توسط نیگو (Neagu, 1965) از رومانی با سن آپتین و ودیخ (Weidich, 1990)، با سن آپتین-سنومانین از آلمان گزارش شده است.

Superfamily: Spiroplectamminacea Cushman, 1927

Family: Spiroplectamminidae Cushman, 1927

Subfamily: Spiroplectammininae Cushman, 1927

Genus: *Spiroplectamina* Cushman, 1927

Type species: *Textularia agglutinans* d'Orbigny var. *biformis* Parker and Jones, 1865

***Spiroplectamina* sp.**

Plate 2 Fig. E

— **نمونه‌ها:** 79-b-15, 82-Nm-34

— **توصیف:** پوسته طویل و کمی فشرده، در مرحله اول از رشد پوسته دارای پیچش به صورت پیچیده در سطح و سپس ۷ جفت حجره دو ردیفی که بر روی بخش پیچشی اولیه قرار گرفته در برش طولی دیده می‌شود. خط درزها مستقیم تا کمی مایل و فرو رفته‌اند. جنس پوسته آگلوتینه (ماسه دانه درشت) دهانه ساده و انتهایی است. حاشیه پوسته صاف تا کمی منحنی شکل است.

— **گسترش مکانی و زمانی:** این جنس جهانی بوده و توسط لوبلیش و تاپان (Loeblich and Tappan, 1988) با سن کرینفر-هولوسن گزارش شده است. همچنین توسط میچلا و کار (Mitchella and Carr, 1998) از شمال باختر اروپا با سن کرتاسه گزارش شده است.

Family: Verneuilinidae Cushman, 1911

Subfamily: Verneuilinoidinae Suleymanov, 1973

Genus: *Gaudryinopsis* Podobina, 1975

***Gaudryinopsis* sp.**

Plate 2 Fig. F, Plate 3 Fig. A

— **نمونه‌ها:** 82-Nm-73, 79-b-32, 82-Nm-44

— **توصیف:** پوسته کشیده، با یک مرحله ۳ ردیفی اولیه کوتاه از حجرات که بلافاصله دو ردیفی شده، از سمت پهلو یا کناری حجره‌ها کمی بر آمده و تقریباً به موازات هم قرار گرفته‌اند. خط درزها فرو رفته‌اند. دیواره آهک ماسه‌ای دانه ریز است. دهانه ساده بوده اما قابل مشاهده نمی‌باشد.

— **گسترش مکانی و زمانی:** این جنس جهانی بوده و توسط لوبلیش و تاپان (Loeblich and Tappan, 1988) با سن تریاس پسین-ائوسن پسین همچنین توسط

Type species: *Debarina hahounerensis* Fourcade et al., 1972

***Debarina hahounerensis* Fourcade et al., 1972**

Plate 2 Fig. B

1995 *Debarina* sp. cf. *D. hahounerensis* Fourcade, Raoult and Vila, 1972, Arnaud-Vanneau, Premoli Silva, p. 202, pl 1, figs. 1,2.

2014 *Debarina hahounerensis* Fourcade et al., Afghah and Shaabanpour Haghighi, p.283, pl.2. 2

2015 *Debarina hahounerensis* Fourcade et al., Babazadeh and Esmaeili Dehej, p. 735, fig 6. m., n.

2017 *Debarina hahounerensis* Fourcade et al., Yavarmanesh et al., P. 801, fig4. d.

2019 *Debarina hahounerensis* Fourcade et al., Gheiasvand et al., p. 9, fig. 8. m.

2019 *Debarina hahounerensis* Fourcade et al., Gheiasvand et al., p. 9, fig. 8. m.

— **نمونه:** 82-Nm-40, 79-b-53

— **توصیف:** پیچش صدف از نوع پیچیده در سطح در برش محوری (طولی)، اولوت، حجرات متعدد مثلثی شکل و ۱۳ عدد که به تدریج بزرگ‌تر شده‌اند، جنس دیواره آهک میکروگرانولار است. دهانه نامشخص است.

مشابه این نمونه توسط آرنود و پرمولی سیلوا (Arnaud-Vanneau and Premoli Silva, 1995) هم گزارش شده که شباهت‌ها و تفاوت‌هایی را با نمونه مورد مطالعه نشان می‌دهد. از نظر نوع پیچش حجرات و شکل حجره جنینی و همچنین جنس پوسته این شباهت‌ها قابل بیان هستند. در هر دو نمونه پیچش صدف از نوع پیچیده در سطح، شکل حجره جنینی گرد و دایره‌ای کوچک و جنس پوسته آهک میکروگرانولار است. شکل حجره‌ها در نمونه مطالعه شده در پیچش‌های ابتدایی مثلثی و سپس تقریباً چهار گوش و تعداد آنها ۱۳ تا، و در نمونه معرفی شده توسط آرنود و پرمولی سیلوا (Arnaud-Vanneau and Premoli Silva, 1995) تعداد حجره‌ها ۱۲ عدد است.

— **گسترش مکانی و زمانی:** مشابه نمونه شناسایی شده به ترتیب از مناطق تربت‌حیدریه، ایران مرکزی، که‌داغ و شمال‌خاور ایران توسط بابازاده و اسماعیلی دهج (Babazadeh and Esmaeili Dehej, 2015) و غیاثوند و همکاران (Gheiasvand et al., 2019) با سن بارمین-آپتین و توسط آرنود و پرمولی سیلوا (Arnaud-Vanneau and Premoli Silva, 1995) با سن آپتین تا آلبین پیشین گزارش شده است.

***Debarina* sp.**

Plate 2 Fig. A

— **نمونه:** 82-Nm-73

— **توصیف:** پیچش صدف از نوع پیچیده در سطح، اولوت تا حدی اینولوت (در برش محوری)، حجرات متعدد ۱۰ تا ۱۳ تا در آخرین دور پیچش که به تدریج بزرگ‌تر شده‌اند. خط درزهای بین حجرات آشکار و کمی فرو رفته‌اند. جنس دیواره آهک میکروگرانولار است.

— **گسترش مکانی و زمانی:** مشابه این جنس از الجزایر، اسپانیا و ایتالیا با سن آپتین توسط لوبلیش و تاپان (Loeblich and Tappan, 1988) گزارش شده است.

Family: Lituolidae deBlainville, 1827

Subfamily: Ammomarginulininae Podobina, 1978

Genus: *Ammobaculites* Cushman, 1910

Type species: *Spirolina agglutinans* d'Orbigny, 1846

***Ammobaculites subcretaceus* Cushman and Alexander 1930**

Plate 2, Figs. C, D

ایوانوا و کولودجی (Ivanova and Kolodziej, 2010) از لهستان با سن ژوراسیک پسین - کرتاسه پیشین گزارش شده است.

Genus: Verneulinoides Loeblich and Tappan, 1964

Type species: *Verneulina schizea* Cushman and Alexander, 1930

Verneulinoides neocomiensis, Mjatluk, 1939

Pl. 3, Fig. B

1939 *Verneulinoides neocomiensis*, Mjatluk, p. 50, Pl. 1, Figs. 12, 13.

1974 *Verneulinoides neocomiensis* (Mjatluk), Kuznetsova, pl. 1, figs. 6 a-c.

1989 *Verneulinoides neocomiensis* (Mjatluk), Riegraf and Luterbacher, p.

1093, pl. 2, figs. 10-12.

1992 *Verneulinoides neocomiensis* (Mjatluk), Kaminski et al., p. 256, pl. 7, fig. 13.

1992 *Verneulinoides neocomiensis* (Mjatluk), Jones and Wonders p. 563, pl. 1, fig. 21.

2007 *Verneulinoides polonicus* (Cushman & Glazewski), Krajewski and Olszewska, p. 297, fig. 8 b.

— **نمونه:** 82-Nm-40

— **توصیف:** پوسته آزاد، نسبتاً کشیده، در برش طولی حجرات تقریباً بیضی تا مستطیل شکل، مسطح، که به تدریج از نظر ابعاد افزایش یافته، خط درزها آشکار و فرورفته، جنس دیواره آهک ماسه‌ای است.

نمونه نامبرده توسط ایوانوا و کولودجی (Ivanova and Kolodziej, 2010) از لهستان گزارش شده از نظر جنس پوسته، خط درزهای فرو رفته و مایل و طرز قرارگیری حجره‌ها با نمونه مطالعه شده شبیه و از نظر اندازه صدف (بزرگ‌تر از نمونه مورد مطالعه) با نمونه مورد مطالعه تفاوت نشان می‌دهد.

— **گسترده‌گی مکانی و زمانی:** مشابه این جنس توسط ریگراف و لوترباخ (Riegraf and Luterbacher, 1989) از اقیانوس هند و اطلس با سن بریازین-آپتین و از شمال باختر استرالیا توسط جونز و واندرز (Jones and Wonders, 1992) با سن تیتونین-آپتین، از فرانسه با سن بریازین پسین - آپتین توسط دارساک (Darsac, 1983) گزارش شده است.

Superfamily: Nodosarioidea Ehrenberg, 1838

Family: Vaginulinidae Reuss, 1860

Subfamily: Lenticulininae Chapman, Parr, & Collins, 1934

Genus: Lenticulina Lamarck, 1804

Type species: *Lenticulites rotulatus* Lamarck, 1804

Lenticulina sp.1

Pl 3 Fig. C

— **نمونه:** 79-b-63

— **توصیف:** پوسته عدسی شکل کوچک، محدب الطرفین اینولوت (برش محوری) با یک حاشیه صاف و تیز که دارای یک کیل بوده و در سطح خارجی دارای یک تعدادی نقاط کوچک برجسته که جزو تزئینات به‌شمار می‌رود، قابل مشاهده است جنس پوسته آهک هیالین است.

— **گسترده‌گی مکان و زمانی:** مشابه این نمونه توسط ودیخ (Weidich, 1990) با سن کرتاسه و همچنین توسط هولبورن و کامینسکی (Holbourn and Kaminski, 1997) از سایت ۷۶۶ در اقیانوس هند با سن بارمین-آلبین گزارش شده است.

Lenticulina sp.2

Pl 3 Fig. D

— **نمونه:** 82-Nm-75

— **توصیف:** پوسته عدسی شکل کوچک، محدب الطرفین اولوت تا اینولوت (برش مایل) با یک حاشیه صاف و تیز تعداد ۷ حجره در پیچش آخر قابل تشخیص هستند. جنس پوسته آهک هیالین می‌باشد.

— **گسترده‌گی مکانی و زمانی:** مشابه نمونه شناسایی شده توسط بابازاده و اسماعیلی دهج (Babazadeh and Esmaili Dehej, 2015) از بلوک یزد ایران مرکزی با سن کرتاسه پایینی و توسط ودیخ (Weidich, 1990) با سن کرتاسه گزارش کرده اند.

۴- بحث

۴-۱- دیرینه‌بوم‌شناسی

اجتماع روزن‌بران ابزار ارزشمندی برای تفسیر شرایط نهشته شدن رسوبات در حوضه رسوبی می‌باشد (Boudagher-Fadel, 2008). الگوی پراکندگی روزن‌بران کفزی در محیط‌های آبی کنونی توسط عوامل گوناگونی مانند دمای آب، میزان شدت نور، مقدار مواد مغذی موجود در آب، ویژگی‌های محیط کف و انرژی محیط کنترل می‌شوند. به نظر می‌رسد که این الگوها به طور مشابه در دوران‌های مزوزویک و سنوزویک نیز وجود داشته اند (Hohenegger, 2004). بسیاری از روزن‌بران بزرگ که به صورت هم‌زیست با موجودات دیگر زندگی کرده‌اند، در آب‌های گرم سازگاری داشته و پراکندگی آن‌ها در دریا مرتبط با میزان نفوذ نور در ژرفاهای مختلف بوده است (Murray, 1991).

سازند تیرگان از نظر رخساره‌های رسوبی و محتویات فسیلی بسیار مورد بررسی قرار گرفته است. به تعدادی از مقالات مرتبط با مطالعه گروه‌های فسیلی در پیش‌نوشتار اشاره شده است. از کارهای انجام شده بر روی محیط رسوبی و رخساره‌های سازند تیرگان می‌توان به خدایی (۱۳۷۰)، تیموریور (۱۳۸۲)، شرفی و همکاران (۱۳۹۹)، چنارانی و همکاران (۱۴۰۰) و گل‌افشانی و همکاران (Golafshani et al., 2020) اشاره نمود. در این مطالعات، رخساره‌های پهنه جزرو مدی، لاگون، سد، (یا رمپ) و دریای باز برای سازند تیرگان معرفی شده است. در مجموع، چه در مقالات مطالعه گروه‌های فسیلی و چه در مقالات مرتبط با بررسی ریزرخساره‌ها ارتباطی بین گروه‌های فسیلی به‌ویژه روزن‌بران و رخساره‌ها و تحلیل دیرینه‌بوم‌شناسی انجام نشده است که در این مطالعه سعی می‌شود این ارتباط برقرار گردد. بررسی مقاطع نازک مطالعه شده شباهت خوبی با رخساره‌های پیشنهادی در مقالات مورد اشاره دارد (پلیت‌های ۴-۶ و جدول ۱).

بررسی‌های دیرینه‌بوم‌شناسی محیط رسوبی سازند تیرگان در حالت کلی و بدون در نظر گرفتن تغییرات در یک گستره مشخص چینه‌ای در طول زمان زمین‌شناسی انجام گرفته و افزون بر روزن‌بران کفزی کوچک، از سایر گروه‌های فسیلی همچون روزن‌بران کفزی بزرگ (اریتولین‌ها)، قطعاتی از شکم‌پایان (گاستروپدها)، اکتیویدها و بریوزوئرها نیز استفاده شده است. گروه‌های یاد شده نسبت به شوری آب حساس بوده و بیشتر در دریای باز قابل مشاهده‌اند (Tucker and Wright, 1990) (جدول ۱). شرایط دیرینه‌بوم‌شناسی ارائه شده برای جنس‌های روزن‌بران متفاوت در این مطالعه به صورت تلفیقی برای تمامی رسوبات سازند تیرگان و بدون در نظر گرفتن روند تغییر و تحولات بوم‌شناختی در طول زمان می‌باشد.

مشاهده روزن‌بران کفزی و بی‌مهرگان نام‌برده همراه با ایدها (گویای آب‌های کم‌ژرفا و پرانرژی، جلوی سد)، پلویدها (شاخص آب‌های کم‌انرژی و کم‌ژرفا، لاگون) و اینتراکلاست در مقاطع مورد مطالعه معرف نهشته شدن سازند تیرگان در محیط‌های کم‌ژرفای لاگونی تا یک دریای باز کم‌ژرفا می‌باشد (Flugle, 2010) (جدول ۱). اجتماعات میلیولیدی مانند *Quinqueloculina* sp. مربوط به یک محیط کم‌ژرفا و کم‌انرژی (محیط لاگونی) با رسوبات دانه ریز بوده که در معرض نوسانات دما و شوری بوده‌اند (Gräfe, 2005; Dragastan et al., 2005).

جدول ۱- ویژگی‌های سنگ‌نگاری اولیه تعدادی از مقاطع نازک از سازند تیرگان در نقشه‌های باجگیران و بزنگان.

Table 1. The primary petrographic characteristic of some thin sections from Tirgan Formation in Bajgiran and Bazangan maps.

Sample number	petrography in thin section	Foraminifera content	Non-foraminifera content	Non-skeletal grain	Paleoenvironmental condition
82-Nm-2	Bioclastic packstone		Echinoid fragments	ooids	Medium energy and shallow environment, under the wave base (probably in front of the shoal and bar)
82-Nm-2	Bioclastic packstone		Radial ooids, Byozoa	ooids	Medium energy and shallow environment, under the wave base (probably in front of the shoal and bar)
82-Nm-9	Bioclastic packstone	<i>Orbitolina</i>	Bryozoa		Medium energy and shallow environment, under the wave base (probably in front of the shoal and bar)
82-Nm-10	Orbitolina wackstone	<i>Orbitolina</i>		peloid	Shallow and low-energy environment (lagoon)
82-Nm-29	Oolitic grainstone			ooids	Shallow and high energy environment (the shoal or ramps)
82-Nm-31	Oolitic grainstone	<i>Ammobaculites subcretaceus</i>			Shallow and high energy environment (the shoal or ramps)
82-Nm-33	Bioclastic oolitic grainstone		Gastropod	ooids	Shallow and high energy environment (fore reef)
82-Nm-34	Bioclastic wackstone	<i>Ammobaculites subcretaceus</i>		peloid	Shallow and low-energy environment (lagoon, back reef)
82-Nm-35	Bioclastic wackstone	<i>Iraquia sp.</i>		peloid	Shallow and low-energy environment (lagoon, back reef)
82-Nm-39	Oolitic grainstone			Ooid	High energy and shallow environment (shoal or reef)
82-Nm-43	Orbitolina wackstone	<i>Orbitolina</i>		peloid	Shallow environment, (back reef or nonrestricted lagoon)
79-b-24	Bioclastic packstone grainstone	<i>Orbitolina</i>		Ooid	High energy and shallow environment
82-Nm-44	Bioclastic packstone		Bryozoa, Echioide spine	Intraclast	High energy, shallow Open marine (Outer ramp)
82-Nm-44	Bioclastic packstone	<i>Iraquia simplex</i>			High energy, shallow Open marine (Outer ramp)
82-Nm-75	Oolitic packstone grainstone			Ooid, Intraclast	High energy and shallow environment (shoal or reef)
79-b-63	Intraclastic grainstone	<i>Lenticulina sp.</i>			High energy and shallow environment (shoal or reef)
82-Nm-81-6	Oolitic grainstone		Bryozoa	Ooid, Intraclast	High energy and shallow environment (shoal or reef)

مواد غذایی کم در حالی که جنس‌های *Vercoresella*، *Cuneolina* در درون رسوبات (infaunal) با میزان مواد غذایی بالا و مقدار اکسیژن پایین زندگی می‌کردند. این جنس‌ها رسوب‌خوار بوده، در محیط‌های کم‌ژرفای دریا با شرایط محیطی تقریباً محدود سازگاری یافته‌اند (Jorissen et al., 1995). به باور اسکات (Scott, 1978) روزن‌بران رسوب‌خوار در محیط‌هایی دیده می‌شوند که معمولاً مواد غذایی در

به باور اومانا و همکاران (Omaña et al., 2019) روزن‌بران دیسکوئیدی و مخروطی شکل با اندازه نسبتاً بزرگ مانند *Cuneolina*، می‌توانند گویای یک محیط با میزان انرژی متوسط و آب‌های کم‌ژرفا باشند. از دیدگاه دیرینه‌بوم‌شناسی، جنس‌هایی مانند *Milliolid Charentia*، *Mayncina* و *Rumanoloculina* بیشتر در سطح رسوبات (epifaunal) با میزان بالای اکسیژن و

دیرینه‌بوم‌شناسی انجام گرفته، بیشتر از روزن‌بران کفزی کوچک و تا حدودی از سایر گروه‌های فسیلی همچون روزن‌بران کفزی بزرگ (اریتولین‌ها)، قطعاتی از بریوزواها، اکتیویدها و شکم‌پایان استفاده شده است.

در طی برجای‌گذاری سازند تیرگان فراوانی روزن‌بران کفزی و عدم حضور روزن‌بران پلانکتونیک نشانی از ژرفای کم حوضه رسوبی دارد. اجتماعات میلیولیدی مانند *Quinqueloculina* sp. در یک محیط خیلی کم‌ژرفا و کم‌انرژی با رسوبات دانه ریز زندگی می‌کنند که در معرض نوسانات دما و شوری بوده‌اند و در مقاطع مورد مطالعه قابل مشاهده‌اند. روزن‌بران دیسکوئیدی و مخروطی شکل مانند *Cuneolina*، نیز گویای یک محیط با میزان انرژی هیدرودینامیکی متوسط و آب‌های کم‌ژرفا می‌باشد. اریتولین‌ها با پوسته‌هایی ستر در مقاطع نازک میکروسکوپی هم می‌تواند گواهی بر کم‌ژرفا بودن حوضه رسوبی که داغ در حین تشکیل سازند تیرگان باشد. با توجه به تنوع و فراوانی روزن‌بران کفزی سطحی‌زی و درون‌زی در مقاطع مورد مطالعه سازند تیرگان در محیطی با میزان اکسیژن و مواد غذایی نسبتاً کافی در طی زمان تشکیل نهشته شده است.

به دلایل گوناگون از جمله مطالعات سنگ‌شناختی می‌توان گفت نهشته شدن رسوبات سازند تیرگان در طی زمان تشکیل، در مجموع از منطقه کم‌ژرفای لاگونی تا منطقه کم‌ژرفای دریای باز جلوی سد انجام گرفته است که با مجموعه روزن‌بری مورد مطالعه همخوانی و شباهت نشان می‌دهد، البته باید در نظر داشت که این مطالعه یک بررسی مقدماتی برای به دست آمدن یک درک کلی از محتوای فسیلی و وضعیت محیط دیرینه سازند تیرگان است و بررسی‌های دقیق‌تر به مطالعات بعدی موکول می‌شود. همچنین نتایج حاصل از این مطالعه شرایط دیرینه‌بوم‌شناختی سازند تیرگان را در حالت کلی و بدون در نظر گرفتن این تغییرات در یک گستره مشخص چینه‌ای در طول زمان زمین‌شناسی بررسی نموده است.

سپاسگزاری

نگارنده مقاله از مدیریت محترم سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی شمال خاوری مشهد، جناب آقای مهندس قائمی و همچنین کارشناسان محترم سازمان به دلیل در اختیار گذاشتن مقاطع نازک میکروسکوپی و همکاری‌های لازم و از گروه زمین‌شناسی دانشگاه بیرجند برای استفاده از امکانات آزمایشگاهی و از داوران محترم که با پیشنهادهای مفید و ارزنده‌شان در بهتر شدن مقاله موثر بوده‌اند، کمال تشکر و قدردانی را دارد.

آن‌ها ثابت و منظم است، بنابراین می‌توان گفت حضور روزن‌بران رسوب‌خوار در مقاطع مورد مطالعه می‌تواند شاهدی بر میزان مواد غذایی مناسب در زمان نهشته شدن رسوبات سازند تیرگان باشد.

اریتولین‌های دیسکی شکل (صفحه‌ای) و کشیده نیز در برخی از مقاطع مورد مطالعه از سازند تیرگان قابل مشاهده‌اند. به باور یزدی‌مقدم و همکاران (۱۳۸۷) میزان ستبرای پوسته در اریتولین‌ها می‌تواند بستگی به ژرفایی که موجود در زمان زندگی در آن می‌زیسته است، داشته باشد. با توجه به ستبر بودن پوسته در جنس‌های شناسایی شده، می‌توان به کم‌ژرفا بودن حوضه رسوبی در زمان نهشته شدن سازند تیرگان پی برد. همچنین حضور بیشتر اریتولین‌های مخروطی شکل نسبت به دیسکی شکل در مقاطع مورد مطالعه نیز دلیلی دیگر بر کم‌ژرفا بودن حوضه رسوبی در زمان تشکیل سازند تیرگان می‌باشد (Sequero et al., 2018).

بر اساس نظر رگل و اسپزافری (Rögl and Spezzaferri, 2003) جنس *Lenticulina* با پوسته آهک هیالین و شکل محدب‌الطرفین عموماً در سطح رسوبات و یا داخل رسوبات در محیط‌های هوازی تا نیمه‌هوازی و غنی تا متوسط از ذخایر غذایی زندگی می‌زیسته است.

از روزن‌بران کفزی آگلوتینه کوچک با پوسته کشیده و نیمه‌استوانه‌ای شکل، *Ammobaculites* را می‌توان نام برد که متعلق به بخش کم‌ژرفای ساحلی بوده و در شرایط نیمه‌هوازی تا هوازی و مواد غذایی پایین تا متوسط و در آب‌های به نسبت کم‌ژرفای ساحلی دیده شده‌اند (Carrillo et al., 1995).

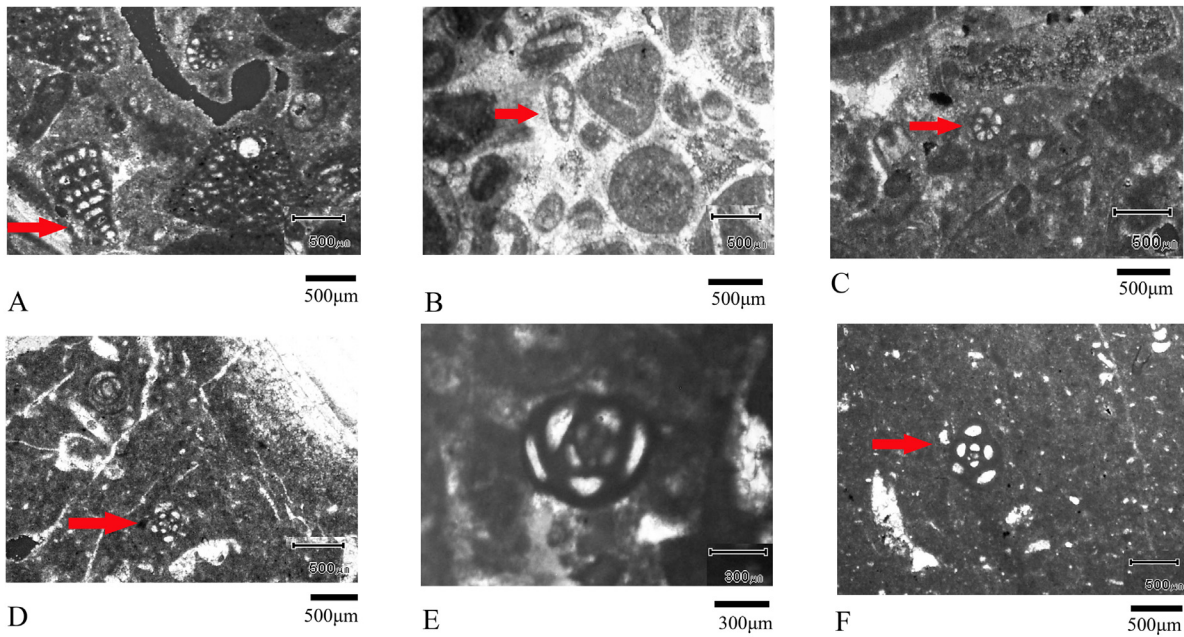
حضور بریوزواها نیز در مقاطع مورد مطالعه می‌تواند گویای یک محیط رسوبی کم‌ژرفای دریایی باشد (Murray, 1991; Holcová and Zágorské, 2008; Pipperr) and Reichenbacher, 2010). جنس‌هایی همچون *Charentia*، *Mayncina*، *Rumanoloculina* نیز مانند میلیولیده‌ها در سطح رسوبات با میزان بالای اکسیژن و مواد غذایی کم زندگی می‌کردند (Jorissen et al., 1995).

۵- نتیجه‌گیری

در این پژوهش، پس از مطالعه ۸۰ مقطع نازک از سازند تیرگان مربوط به نقشه‌های زمین‌شناسی ۱:۱۰۰،۰۰۰ با جگیران و بزنگان، ۱۴ گونه متعلق به ۱۱ جنس از روزن‌بران کفزی کوچک شناسایی و سن باریتیم پستین تا آبتین پیشین برای این سازند پیشنهاد شد. سازند تیرگان در نقشه‌های نام‌برده شامل تناوبی از سنگ‌آهک‌های متوسط تا ستبر لایه الیتی حاوی فسیل، شیل و مارن می‌باشد.

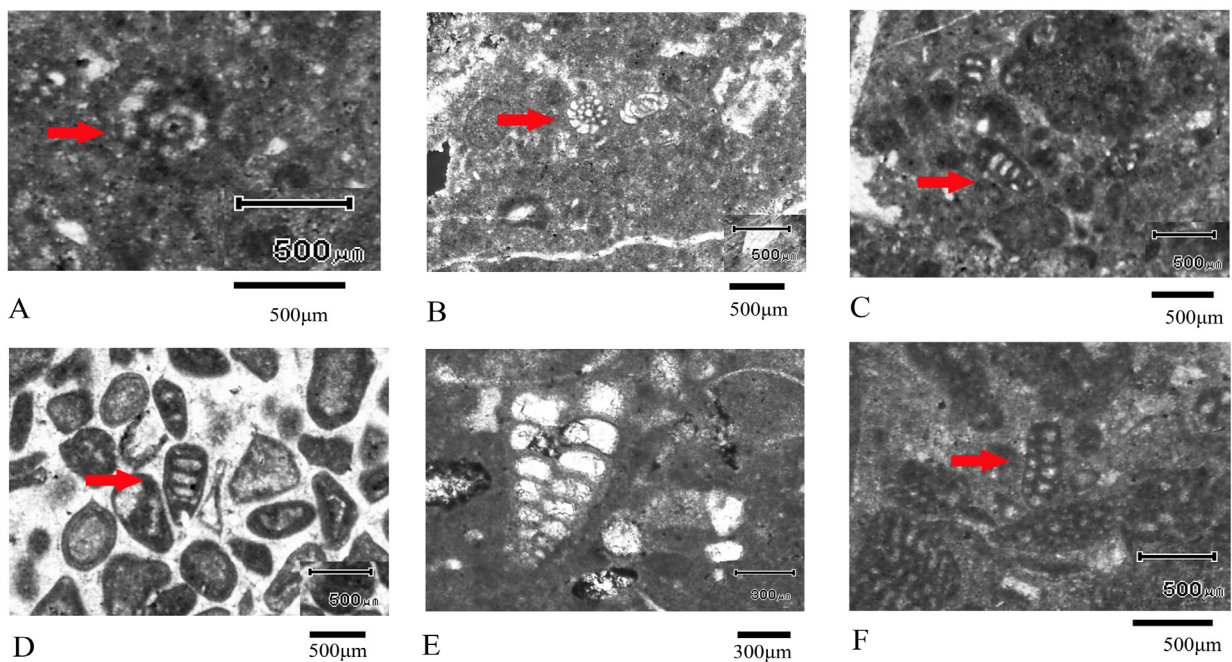
در طی بازسازی شرایط دیرینه محیطی سازند تیرگان که با توجه به مطالعات

Plate 1



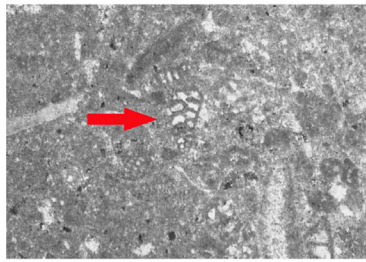
A- *Cuneolina sliteri*, *Praeorbitolina wienandsi*, Sample number 82-Nm-44, Bajgiran sheet; B- *Charentia cuvillieri*, Sample number 82-Nm-31, Bajgiran sheet; C- *Mayncina cf. bulgarica*, 82-Nm-44, Bajgiran sheet; D- *Quinqueloculina* sp., Sample number 79-b-50, Bazangan sheet; E- *Quinqueloculina egmontensis*, Sample number 82-Nm-11, Bajgiran sheet; F- *Rumanoloculina robusta*, Sample number 82-Nm-10, Bajgiran sheet.

Plate 2



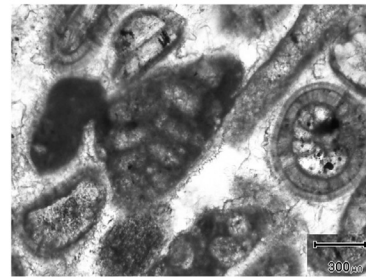
A- *Debarina* sp., Sample number 82-Nm-73, Bajgiran sheet; B- *Debariana hahounerensis* Sample number 82-Nm-40, Bajgiran sheet; C- *Ammobaculites subcretaceus*, Sample number 82-Nm-31, Bajgiran sheet; D- *Ammobaculites subcretaceus*, Sample number 82-Nm-34, Bajgiran sheet; E- *Spiroplectamina* sp., Sample number, 79-b-15, Bazangan sheet; F- *Gaudryinopsis* sp., Sample number, 79-b-32, Bazangan sheet.

Plate 3



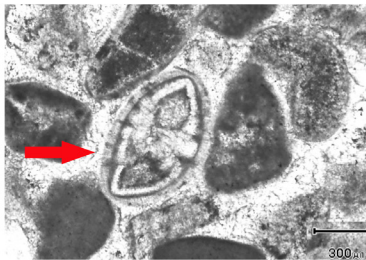
A

500µm



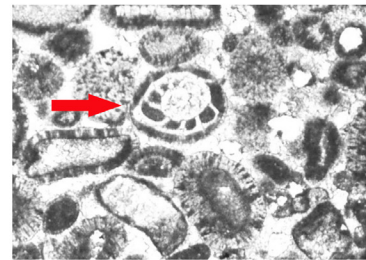
B

300µm



C

300µm

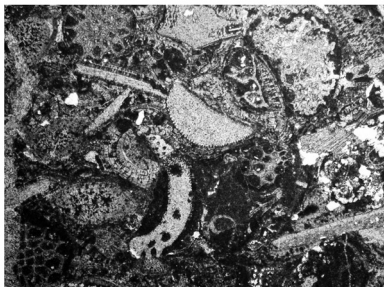


D

300µm

A- *Gaudryinopsis* sp., Sample number 82-Nm-73, Bajgiran sheet; B- *Verneulinoides neocomiensis*, Sample number 82-Nm-40, Bajgiran sheet; C- *Lenticulina* sp.1, Sample number, 79-b-63, Bazangan sheet; D- *Lenticulina* sp.2, Sample number, 82-Nm-75, Bajgiran sheet.

Plate 4



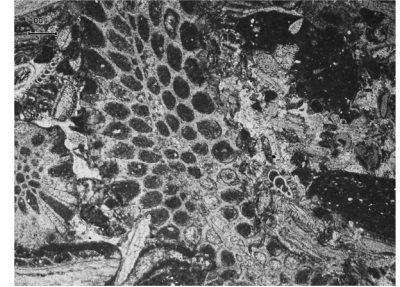
A

500µm



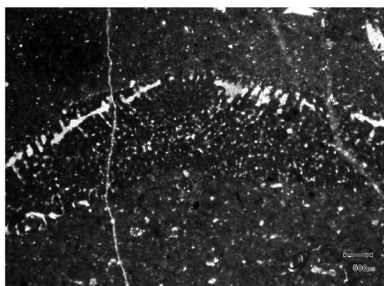
B

500µm



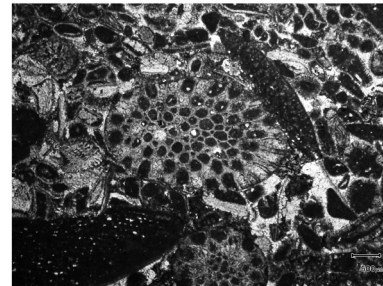
C

500µm



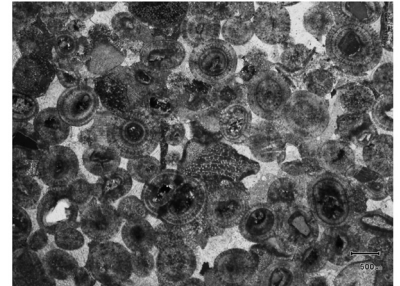
D

500µm



E

500µm

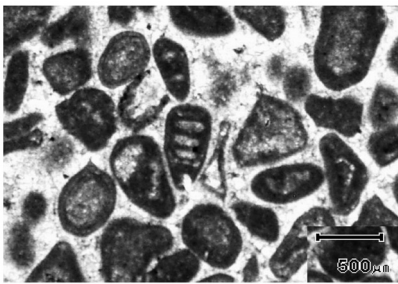


F

500µm

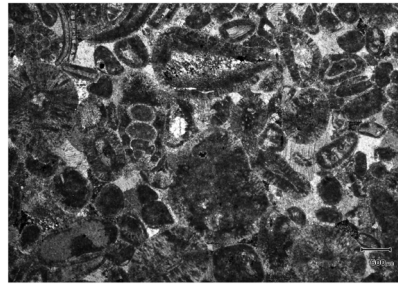
A- Bioclastic packstone, containing Echinoid fragments, Sample number 82-Nm-2 B- Bioclastic packstone, containing Bryozoa, Radial ooids, Sample number, 82-Nm-2; C- Bioclastic packstone, containing Bryozoa, Sample number 82-Nm-9. D- *Orbitolina* wackstone, containing *Palorbitolina lenticularis*, Sample number 82-Nm-10; E- Bioclastic packston, containing Bryozoa, Sample number 82-Nm-9. F- Oolitic grainstone, containing Radial Ooid, Sample number 82-Nm-29.

Plate 5



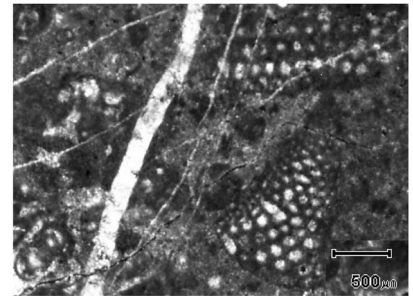
A

500µm



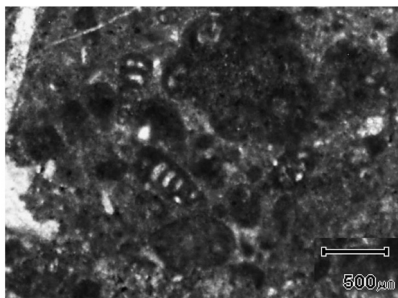
B

500µm



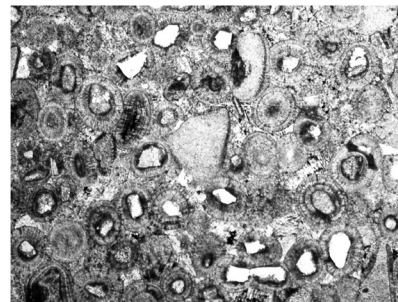
C

500µm



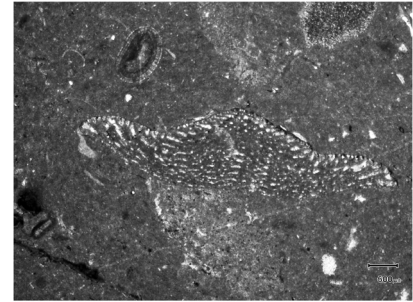
D

500µm



E

500µm

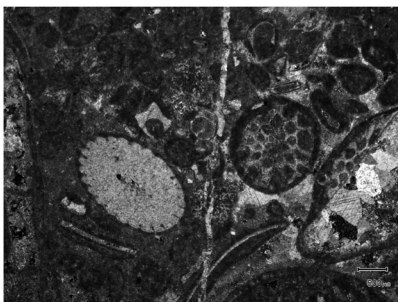


F

500µm

A- Oolitic grainstone, containing *Ammobaculites subcretaceus*, Sample number 82-Nm-31; B- Bioclastic oolitic packstone grainstone, containing *Gastropoda*, *Radial Ooid*, Sample number 82-Nm-33; C- Bioclastic wackstone, containing *Iraquia* sp., 82-Nm-35; D- Bioclastic wackstone, containing *Ammobaculites subcretaceus*, 82-Nm-34; E- Oolitic grainstone, containing *Radial Ooid*, Sample number 82-Nm-39; F- *Orbitolina* wackstone, containing *Palorbitolina lenticularis*, 82-Nm-43.

Plate 6



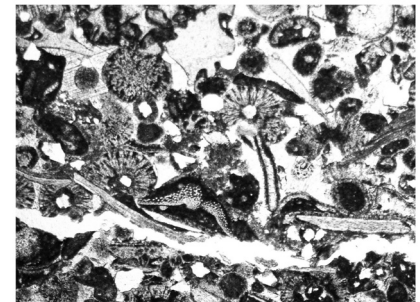
A

500µm



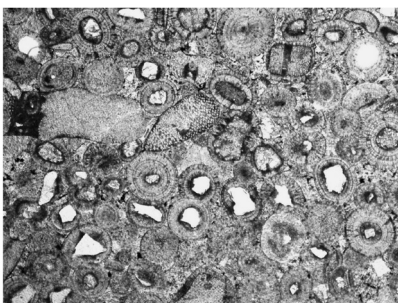
B

500µm



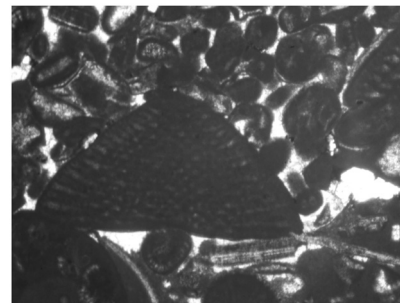
C

500µm



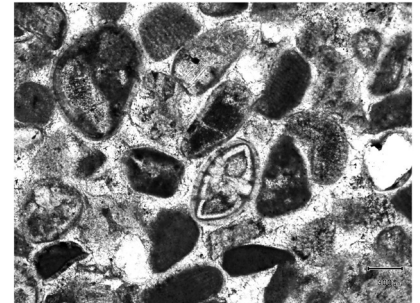
D

500µm



E

500µm



F

300µm

A- Bioclastic packstone, containing *Bryozoa*, *Echioide spine*, 82-Nm-44; B- Bioclastic packstone, containing *Iraquia simplex*, *Paleodictyoconus* sp., 82-Nm-44; C- Oolitic packstone grainstone, containing *Radial Ooid*, Sample number, 82-Nm-75; D- Oolitic grainstone, containing *Radial Ooid*, Sample number, 82-Nm-81-6; E- Bioclastic packstone grainstone, *Conicorbitolina concave*, Sample number, 79-b-24-11; F- Intraclastic grainstone, *Lenticulina* sp., Sample number, 79-b-63

کتابنگاری

- افشار حرب، ع.، ۱۳۴۸، تاریخچه فعالیت‌های اکتشافی و خلاصه زمین‌شناسی ناحیه سرخس و تاق‌دیس خانگیران. مجله انجمن نفت ایران، شماره ۳۷، ص. ۹۳-۸۷.
- افشار حرب، ع.، ۱۳۷۳، زمین‌شناسی ایران: زمین‌شناسی کپه داغ، انتشارات سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۲۷۵ ص.
- تیموریور، خ.، ۱۳۸۲، لیتواستراتیگرافی و تاریخچه رسوب‌گذاری سازند تیرگان در شرق حوضه رسوبی کپه داغ، رساله کارشناسی ارشد، دانشگاه فردوسی مشهد، ۱۶۷ ص.
- چنارانی، ع.، وحیدی‌نیا، م.، آفانباتی، ع.، حسینی، س.ع. و امیری، ف.، ۱۴۰۰، میکروفاسیس و محیط رسوبی سازند تیرگان در غرب حوضه رسوبی کپه داغ شمال شرق ایران. پژوهش‌های دانش علوم زمین، شماره ۴۷، ص. ۱-۲۱.
- خدایی، م.، ۱۳۷۰، رخساره‌های رسوبی و محیط رسوبگذاری سازند تیرگان در حوضه رسوبی کپه داغ، رساله کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت معلم تهران، ۲۰۳ ص.
- روشن‌روان، ج. و نواب‌پور، پ.، ۱۳۸۳، نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ بزنگان، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- شرفی، م.، محمدی، م.، محبوبی، ا. و خانه‌باد، م.، ۱۳۹۹، رخساره‌ها و محیط رسوبی سازند تیرگان در ناحیه بزنگان، شرق حوضه رسوبی کپه داغ. رخساره‌های رسوبی، سال ۱۳، شماره ۲، ۲۱۰-۱۹۰.
- کاظم‌زاده، م.، وزیری‌مقدم، ح.، قاسمی‌نژاد، ا.، ۱۳۹۰، مطالعه زیست‌چینه‌نگاری و محیط رسوبی سازند سروک در میدان نفتی اهواز، چاه ۳۵۴ AZ پانزدهمین همایش انجمن زمین‌شناسی ایران دانشگاه تربیت معلم. ۸ ص.
- مهاجر، غ.ع.، ۱۳۵۵، نقش مهاجرت هیدروکربورها در تشکیل مخزن گازی خانگیران و اهمیت آن در اکتشاف منطقه کپه داغ. مجموعه مقالات دومین سمپوزیوم زمین‌شناسی ایران. انجمن نفت ایران، ص. ۲۴۲-۲۴۳.
- نادری‌مقیان، ن.، ۱۳۸۴، نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ باجگیران، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- یزدی‌مقدم، م.، سجادی، ف.، صفری، ف.، ۱۳۸۷، بررسی روند تکاملی اربیتولین‌های سازند داریان در منطقه دشتک زون زمین‌ساختی زاگرس مرتفع، مجله پژوهشی دانشگاه اصفهان، ص. ۱-۱۲.

References

- Afghah, M., and Shaabanpour Haghghi, A., 2014. Aptian biostratigraphy in South Zagros Basin, southwest Iran. *Geoscience Frontiers*, 5. 2: 277-288.
- Afshar-Harb, A., 1969. *A brief history of geological exploration and geology of the Sarakhs area and the Khangiran field. The Bulletin of the Iranian Petroleum Institute*, 37: 86-93. (In Persian).
- Afshar-Harb, A., 1994. *Geology of Kopet Dagh. In Treatise on the geology of Iran. (Chiefed. Hushmandzadeh, A.), 275 pp., Geological Survey of Iran, Tehran. (In Persian).*
- Arnaud Vanneau, A., and Premoli Silva, I., 1995. Biostratigraphy and systematic description of benthic foraminifers from Mid-Cretaceous shallow water carbonate platform sediments at Sites 878 and 879 (MIT and Takuyo-Daisan guyots). *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results* 144: 199-219.
- Arnaud-Vanneau, A., 1985. Genre Charentia Neumann, 1965. In: Schroeder, R. and Neumann, M., (coords.), *Les grands Foraminifères du Crétacé Moyen de la région méditerranéenne. Géobios mém. Spéc*, 7: 17-18.
- Arnaud-Vanneau, A., and Masse, J.-P. 1989. Les Foraminifères benthiques des formations carbonatées de l'Hauterivien- Barremien pro parte du Jura Vaudois et Nuechateinois (Suisse). *Mémoires de la Société neuchâteloise des Sciences naturelles*, 11: 257-276.
- Babazadeh, S A., and Esmaeili Dehej, T., 2015. Stratigraphical study of the Taft Formation in the Bohruk area from Yazd Block Central Iran. *Journal of Earth Science*, V. 26, p. 729-739. [https://doi: 10.1007/s12583-015-0580-5](https://doi.org/10.1007/s12583-015-0580-5).
- Berberian, M., and King, G.C.P., 1981. Toward a palaeogeography and tectonic evolution of Iran. *Canadian Journal of Earth Science*. 18, 210-265.
- Blainville, H. M. Ducrotay de, 1825-1827. *Manuel de malacologie et de conchyliologie*, Paris: E. G. levrault, 668 p.
- Boudagher-Fadel, M.K., 2008. Evolution and geological significance of larger benthic foraminifera Developments in Palaeontology and Stratigraphy. Vol. 21. Elsevier, Amsterdam, 544.
- Bucur, I. I., Majidifard, M.R., and Senowbari-Daryan, B., 2013. Early Cretaceous calcareous benthic microfossils from the Eastern Alborz and western Kopet Dagh (Northern Iran) and their stratigraphic significance. *Acta Palaeontologica Romaniae*, 9 (1), 23-37.
- Bucur, I. I., Yarahmadzahi, H., and Mircescu, C. V., 2019. The Lower Cretaceous Tirgan Formation in the Gelian section (Kopet Dagh, North Iran): Microfacies, microfossils and their biostratigraphic significance. *Acta Palaeontologica Romaniae*, 15, 1: 13-33.
- Bucur, I.I., 1988. Les foraminifères du Crétacé inférieur (Berriasien-Hauterivien) de la zone de Reșița- Moldova Nouă (Carpathes Méridionales, Roumanie), Remarques biostratigraphiques. *Revue de Paléobiologie*, Vol. Spéc. 2 (Benthos '86): 379-389.
- Bucur, I.I., Conrad, M., and Radoičić, R., 1995. Foraminifers and calcareous algae from Valanginian Limestones in the Jerma river canyon, Eastern Serbia. *Revue de Paléobiologie*, 14 (2): 349-377.
- Carrillo, M., Paredes, I., Crux, J.A. and De Cabrera, S. 1995. Aptian to Maastrichtian paleobathymetric reconstruction of the Eastern. Venezuelan Basin. *Marine Micropaleontology*, 26: 405-418.
- Chapman, F., Parr, W. J., and Collins, A. C., 1934. Tertiary foraminifera of Victoria, Australia the Balcombian Deposits of Port Phillip. Part III. *Journal of the Linnean Society of London, Zoology*. 38 (262): 553-577.
- Chenarani, A., Vahidinia, M., Agha Nabati, A., and Hosseini, S. A., 2021. *Microfacies and sedimentary environment of Tirgan Formation in the west of Kopeh- Dagh sedimentary basin, NE Iran. Researches in Earth Sciences*, 12, 3: 1-21. (In Persian).
- Cushman, J A., 1911. A monograph of the foraminifera of the North Pacific Ocean, Pt. 2. Textulariidae *Bulletin of the United States National Museum*, 71 (2): 1-108.

- Cushman, J. A., and Alexander, C. I., 1930. Some Vaginulinas and other foraminifera from the Lower Cretaceous of Texas. Contributions from the Cushman Laboratory for Foraminiferal Research, 6 (1): 1-10.
- Cushman, J.A., 1910. A monograph of the foraminifera of the North Pacific Ocean, Pt. 1. Astrorhizidae and Lituolidae. Bulletin of the United States National Museum, 71 (1): 1-134.
- Cushman, J.A., 1927. Recent foraminifera from off the West coast of America. Bulletin of the Scripps Institution of Oceanography, Technical Ser., 1 (10): 119-188.
- d'Orbigny, A., 1823. Tableau méthodique de la classe des Céphalopodes. Annales des Sciences Naturelles 7: 245-314.
- d'Orbigny, A., 1839. Foraminifères in P.Barkerwebb and S.Berthelot, Histoire naturelle des îles Canaries, pt. 2, Zoologie. Paris: Bethune, pp. 119-146.
- d'Orbigny, A., 1846. Foraminifères fossiles du Bassin Tertiaire de Vienne (Autriche) Paris: Gide et Compe .
- Darsac, C. 1983. La plate-forme berriasien-valanginienne du Jura méridional aux massifs subalpins (Ain, Savoie). Unpubl. PhD Thesis, Univ. Sci. Médicale Grenoble, p. 1-319.
- Dragastan, O., Popescu, I. S., and Popescu, I., 2005. Cretaceous microfacies and algae from the central eastern sectors of the Moesian carbonate platform. Acta Palaeontologica Romaniae, 5, 141-162.
- Dulub, V., and Zhabina, N., 1993. Distribution and Habitat Conditions of the Tithonian and Berriasian Foraminifers in the South-Eastern Crimea. Geologicheskii Zhurnal, 1: 102-113 (in Russian).
- Ehrenberg, C. G., 1838. Über dem blossen Auge unsichtbare Kalkthierchen und Kieselthierchen als Hauptbestandtheile der Kreidgebirge, Bericht über die zu Bekanntmachung geeigneten Verhandlungen der Königlichen Preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin 1838, 192-200.
- Eichwald, D. E., 1830. Zoologia specialis Vol. 2 Vilnae: D E. Eichwaldus. pp. 1-323.
- Flügel, E., 2010. Microfacies of carbonate Rocks Analysis Interpretation and Application: Springer-Verlog, 976 p.
- Fourcade, E., Raoult, J.-F., and Vila, J.-M., 1972. Debarina hahounerensis n. gen., n. sp., nouveau Lituolide (Foraminifère) du Crétacé inférieur constantinois (Algérie). C. R. Acad. Sci. Paris 274, 191-193.
- Gheiasvand, M., Föllmi, K B., Arnaud Vanneau, A., Adatte, T., Spangenberg, J., Ghader, A., and Ashouri, A. R., 2019. New stratigraphic data for the Lower Cretaceous Tirgan Formation, Kopet-Dagh Basin, NE Iran. Arabian Journal of Geosciences 12: 142-153. <https://doi.org/10.1007/s12517-019-4248-9>.
- Golafshani, T., Khanehbad, M., Moussavi-Harami, R., Mahboubi, A., and Feizy A. 2020. Carbonate platform evolution of the Tirgan formation during Early Cretaceous (Urgonian) in the eastern Kopeh Dagh Basin, northeast Iran: depositional environment and sequence stratigraphic significance. Carbonates and Evaporites, 35:110 <https://doi.org/10.1007/s13146-020-00647-9>.
- Gollestaneh, A., 1965. Micropalaeontological study of the Upper Jurassic and Lower Cretaceous of Southern Iran. Unpubl. PhD Thesis, University College London, 629 p.
- Gräfe, K-U., 2005. Late Cretaceous benthic foraminifers from the Basque-Cantabrian Basin, northern Spain: Journal of Iberian Geology, 31 (2): 277-298.
- Hohenegger, J., 2004. Depth Coenoclines and Environmental Considerations of Western Pacific Larger Foraminifera. Journal of Foraminiferal Research, 34: 9-33.
- Holbourn, A., and Kaminski, M., 1997. Lower Cretaceous deep-water foraminifera of Indian Ocean. Grzybowski Foundation, Special Publication, No. 4, 172 p.
- Holcová, K., and Zágoršek, K., 2008. Bryozoa, Foraminifera and Calcareous Nannoplankton as environmental proxies of the Aoebryozoan Event in the Middle Miocene of the Central Paratethys (Czech Republic). Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology, 267: 216-234. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2008.06.019>.
- Ivanova, D., 1999. Middle Callovian to Valanginian microfossil biostratigraphy in the West Balkan Mountain, Bulgaria (SE Europe). Acta Palaeontologica Romaniae, 2: 231-236.
- Ivanova, D., and Koleva-Rekalova, E., 2004. Agglutinated foraminifers in the framework of Southwestern Bulgarian palaeoenvironmental evolution during the Late Jurassic and Early Cretaceous. In: Bubík, M., Kaminski, M A. (Eds), Proceedings of the Sixth International Workshop on Agglutinated Foraminifera, Grzybowski Fondation Special Publication, 8: 217-227.
- Ivanova, D., and Kolodziej, B., 2010. Late Jurassic-Early Cretaceous foraminifera from Štramberg-type limestones, Polish Outer Carpathians Studia Universitatis Babeş-Bolyai, Geologia, 55 (2): 3-31.
- Ivanova, D., Kolodziej, B., Koleva-Rekalova, E., and Roniewicz, E., 2008. Oxfordian to Valanginian palaeoenvironmental evolution on the western Moesian Carbonate Platform: a case study from SW Bulgaria. Annales Societatis Geologorum Poloniae, 78: 65-90.
- Jones, R.W., and Wonders, A. A.H., 1992. Benthic foraminifers and paleobathymetry of Barrow Group (Berriasian-Valanginian) deltaic sequences, sites 762 and 763, Northwest Shelf, Australia. In: von Rad, U; Haq, BU; et al. (eds.), Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results, College Station, TX (Ocean Drilling Program), 122, 557-568, <https://doi.org/10.2973/odp.proc.sr.122.174.1992>.
- Jorissen, F.J., Stigter, H.C., and Widmark, J.G.V., 1995. A conceptual model explaining benthic Foraminiferal microhabitats. Mar. Micropaleontol. 26: 3-15.
- Kaminski, M., Anthony, G., Felix, M., and Geroch, S., 1992. Uppermost Jurassic to lower Cretaceous benthic foraminifera from ODP Hole 123-765C.

- Kaminski, M.A., 2014. The Year 2010. Classification of the Agglutinated Foraminifera. *Micropaleontology*, 60: 89-107.
- Kazemzadeh, M., Vaziri moghadam, H., and Ghaseminejad, A., 2013. *Biostratigraphy and Sedimentary environment of Sarvak Formation in Ahvaz petroleum field well number AZ 354. The 15th conference of the Geological Society of Iran, Kharazmi University (Teacher Training University)*, 8 p. (In Persian).
- Khodae, M., 1991. *Facies and Sedimentary environment of Tirgan Formation in Kopet Dagh Basin. Unpublished Msc thesis, Kharazmi University (Teacher Training University)*, 203 p. (In Persian).
- Khodashenas, N., Aryaei, A. A., and Ashouri, A.R., 2014. Early Cretaceous Index Benthic Foraminifera from Northeast of Torbat-e-Heydarieh Area (Esfiyukh Section). *Open Journal of Geology*, 4: 206-209.
- Kiani Shahvandi, M., Lotfabad Arab, A., 2021. Study of microfacies and interpretation of sedimentary environment of the Lower Cretaceous succession at Markesh Mountain in the north of Ravar. *Journal of Stratigraphy and Sedimentology Researches University of Isfahan*. Vol. 37, Issue 3, No. 84, pp 113-138.
- Krajewskii, M., and Olszewska, B., 2007. Foraminifera from the Late Jurassic and Early Cretaceous carbonate platform facies of the southern part of the Crimea Mountains Southern Ukraine. *Annales Societatis Geologorum Poloniae*, 77: 291-311.
- Kuznetsova, K.I., 1974. Distribution of Benthonic Foraminifera in Upper Jurassic and Lower Cretaceous Deposits at Site 261, DSDP Leg 27, in the Eastern Indian Ocean. In Veevers, J.J., Heirtzler, J.R., et al., ed., *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, Washington (U.S. Government Printing Office), vol. 27, pp. 673 – 681.
- Lamarck, J.B., 1804. Suite des memoires sur les fossiles des environs de Paris, *Annales Museum National d’Histoire Naturelle* 5: 237-245.
- Laug, B., Peybernes, B., and Rey, J., 1980. *Mayncina bulgarica* n.sp. Lituolidé nouveau du Crétacé inférieur Mésogéen (Bulgarie, Portugal, Pyrénées, Tunisie): *Bulletin de la Société d’Histoire Naturelle de Toulouse*, 116: 68-76.
- Linne, C. Von., 1758. *Systema nature Tomus I, Regnum animale Holmiae: Laurentii Salvii, Stockholm*, P. 823.
- Lloyd, A. J., 1962. Polymorphinid, Miliolid and Rotaliform Foraminifera from the Type Kimmeridgian. *Micropaleontology*. 8(3): 369-383. <https://doi.org/10.2307/1484527>.
- Loeblich, A.R., and Tappan, H., 1964. Foraminiferal classification and evolution. *Journal of the Geological Society of India*, 5: 5-40.
- Loeblich, A.R., and Tappan, H., 1985. Some new and redefined genera and families of agglutinated foraminifera. *Journal of Foraminiferal Research*, 15: 91-104.
- Loeblich, A. R., and Tappan, H., 1988. *Foraminifera general and their classification*. Van Nostrand Reinhold Company New York. 700 p., 847 pls.
- Majidifard, M., Zavar, P., Taherpour-Khalil-Abad, M., Zamani Pedram, M., and Mohtat, T., 2019. Microbiostratigraphy of the lower Cretaceous strata from South East of Maragheh, NW Iran. *Iranian Journal of Earth Sciences*, 11, 1: 68-79.
- Maync, W., 1952. *Alveolophrugmium Venezuela num* n.sp. from the Oligo-Miocene of Venezuela. *Contribution from the Cushman Foundation for Foraminiferal Research*, 3: 141-144.
- Mitchella, S.F., and Carr, I T., 1998. Foraminiferal response to Mid Cenomanian Upper Cretaceous palaeoceanographic events in the Anglo-Paris Basin northwest Europe. *Palaeogeography Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 137: 103-125.
- Mjatliuk, E.V., 1939. Foraminifera of the Upper Jurassic and Lower Cretaceous of the region of the Middle Volga River and the Great Syrte (in Russian). *Trudy Vsesoyuznogo Nauchno -Issledovatel’ skogo Geologorazvedochного Instituta VNIGRI*, 120: 1 – 76.
- Mohajer, G., 1976. *The role of hydrocarbon migration in the formation of Khangiran gas field and its significance in the exploration of the Kopeh -Dagh region. In The Second Iranian Geological Symposium, pp. 243-262. (Iranian Petroleum Institute, Tehran). (In Persian)*.
- Murray, J.W., 1991. *Ecology and Palaeoecology of Benthic Foraminifera*. Longman Scientific and Technical, London, 397 pp.
- Naderi -Mighan, N., 2005. *Geological Sheet map of Bajgiran. 1:100000 scales. Geological Survey of Iran. (In Persian)*.
- Neagu, T., 1965. Albian foraminifera of the Rumanian Plain. *Micropaleontology*, 11 (1): 1-38.
- Neagu, T., 1968. Study of the Miliolidaceae in the Lower Cretaceous (Barremian) of Southern Dobrogea. *Travaux du Museum d’Histoire Naturelle „Grigore Antipa“*, 8:563-572.
- Neagu, T., 1984. Nouvelles données sur la morphologie du test, sur la systématique et la nomenclature des miliolidés agastisthègues du Mésozoïque. *Rev. Esp. Micropaleontol.*, 16: 75-90.
- Neagu, T., 1985. Berriasian-Valanginian miliolid fauna of the Southern Dobrogea (Romania). *Revista Española Micropaleontología*, 17 (2): 201-220.
- Neagu, T., 1986. Barremian-Lower Aptian miliolid fauna in southern Dobrogea (Romania). *Revista Española de Micropaleontología*. 28: 313-348.
- Neumann, M., 1965. Contribution á l’étude de quelques Lituolidés du Cénomanien de l’île Madame (Charente-Maritime). *Revue de Micropaléontologie*, 8 (2): 90-95.
- Nouradini, M., Azami, S.H., Hamad, M., Yazdi, M., and Ashouri, A., 2015. Foraminiferal paleoecology and paleoenvironmental reconstructions of the lower Miocene deposits of the Qom Formation in Northeastern Isfahan, Central Iran. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 67: 1, 59-73.
- Omaña, L., López-Doncel, R., Ramón Torres, J., and Alencaster, G., 2019. Mid-late Cenomanian larger benthic foraminifers from the El Abra Formation W Valles-San Luis Potosi Platform, central-eastern Mexico: Taxonomy, biostratigraphy and paleoenvironmental implications. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 71, 3: 691-725.

- Parker, W.K., and Jones, T.R., 1865. On some foraminifera from the North Atlantic and Arctic Oceans, including Davis Straits and Baffin's Bay. *Philosophical Transactions of the Royal Society*, 155: 325 – 441.
- Pippèr, M., Reichenbacher, B., (2010). Foraminifera from the borehole Altdorf (SE Germany): Proxies for Oligocene (early Miocene) palaeoenvironments of the Central Paratethys. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 289 (1) 62-80.
- Podobina, V. M., 1975. Foraminifery verkhnego Mala i Pateogena zapadno Sibirskoy nizmennosti ikhznachenie dlya stratigrafii. Foraminifera of the Upper Cretaceous and Paleogene from the West Siberian depression, their importance for stratigraphy. *Томск, изд-во Томского университета - Tomsk University Press*. 1-290.
- Podobina, V.M., 1978. Sistematika i filogeniya Gaplofragmiidey [Systematics and phylogeny of the Haplophragmiidae]. Tomsk:Tomsk Universitet.
- Rami, M., Vaziri, M.R., Taherpour Khalil Abad, M., Abolfazl Hosseini, S., Carević, I., and Allameh, M., 2012. Microbiostratigraphy of the Lower Cretaceous strata from the Bararig mountain, SE Iran: *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 29, 1, 63-75.
- Reuss, A. E., 1860. Die foraminiferen der westphälischen Kreideformation Sitzungberichte der Mathematische- Naturwissenschaftliche Klasse der Kayserliche Akademie der Wissenschaften in Wien, 40: 147-238.
- Riegraf, W., and Luterbacher, H., 1989. Benthonische Schelf-Foraminiferen aus dem Valanginium-Hauterivium (Unterkreide) des Indischen Ozeans sudwestlich Madagaskar (Deep Sea Drilling Project Leg 25, Site). *Geologische Rundschau*, 78 (3): 1047-1061.
- Rögl, F. and Spezzaferri, S., 2003. Foraminiferal paleoecology and biostratigraphy of the Mühlbach section (Gaindorf Formation, Lower Badenian), Lower Austria. *Annalen des naturhistorischen Museums in Wien*, 104A: 23-75.
- Roshanravan, J., and Navabpoor, P., 2004. *Geological map 1:100000 of Bazangan, one sheet. Geological Survey of Iran, Tehran. (In Persian)*.
- Saidova, Kh.M., 1981. O sovremennom sostoyanii sistemy nadvidovykh taksonov Kaynozoyksikh bentosnykh foraminifer [On an up-to-date system of supraspecific taxonomy of Cenozoic benthonic foraminifera]: Moscow, Institut Okeanologii P.P. Shirshova, Akademiya Nauk SSR.
- Schlagintweit, F., 2014. Taxonomic review of some Late Jurassic – Early Cretaceous benthic foraminifera established by Golestaneh (1965) from the Zagros fold and thrust belt of Iran. *Acta Palaeontologica Romaniae*, 9 (2): 27-31.
- Schlagintweit, F., Rashidi, K., and Babadipour, M., 2016. Orbitolinid foraminifera from the Late Maastrichtian of the Tarbur formation (Zagros zone, SW Iran). *Acta Paleontologica Romaniae*, 12 (2): 29-46.
- Schmalzriedt, A., 1991. Die Mikrofauna in Schwammen, Schwammriff- und "Normal" - Fazies des unteren und mittleren Malm (Oxfordium und Kimmeridgium, Ober -Jura) der westlichen und mittleren Schwäbischen Alb (Wurttemberg). *Tübinger Mikropaläontologische Mitteilungen*, 10: 1-120.
- Schwager, C., 1876. Saggio di una classificazione dei foraminiferi avuto riguardo alle loro famiglie naturali, *Bolletino R. Comitato Geologico d'Italia* 7: 475-485.
- Scott, R.W., 1978. Approaches to trophic analysis of palaeocommunities. *Lethaia*, 11, 1- 14.
- Sequero, C., Bádenas, B., and Aurell, M., 2018. Facies mosaic in the inner areas of a shallow carbonate ramp (Upper Jurassic, Higuera Fm, NE Spain). *Facies*, 64, 9: 1-23, <https://doi.org/10.1007/s10347-018-0521-8>.
- Sharafi, M., Mohammadi, M., Mahboubi, A., and Khanehbad, M., 2021. *Sedimentary facies and Depositional environment of the Tirgan Formation in the Bazangan Area, E Kopet-Dagh Basin. Sedimentary Facies*, 13 (2): 190-210. (In Persian).
- Spalluto, L., and Caffau, M., 2010. Stratigraphy of the mid-Cretaceous shallow-water limestones of the Apulia Carbonate Platform Murge, Apulia, southern Italy. *Ital.J.Geosci. (Boll.Soc.Geol.It.)*, 129, 3: pp. 335-352, 14 figs. (DOI: 10.3301/IJG.18).
- Suleymanov, I.S., 1973. Nekotoryye voprosy sistematiki semeystva Verneulinidae cushman, 1927 v svyazi s usloviyami obitaniya: Some questions on the systematic of the family Verneulinoidinae Cushman 1927 in connection with conditions of the habitat *Doklady Akademii Nauk Uzbekskoy SSR*, v. 8, p. 35–36. (in Russian).
- Taherpour Khalil Abad, M., Conrad, M.A., Aryaei, A. A., Ashouri, A. R., 2010. Barremian-Aptian Dasycladalean algae, new and revisited, from the Tirgan Formation in the Kopet Dagh. NE Iran. *Carnets Géol Notebooks Geol, Art*, pp 1-13.
- Taherpour Khalil Abad, M., Schlagintweit, F., Vaziri, S.H., Aryaei, A. A., and Ashouri, A. R., 2013. *Balkhania balkhanica* Mamontova, 1966 (benthic foraminifera) and *Kopetdagaria sphaerica* Maslov, 1960 (dasycladalean alga) from the Lower Cretaceous Tirgan Formation of the Kopet Dagh mountain range (NE Iran) and their paleobiogeographic significance. *Facies*, 59: 267–285.
- Teimourpour, Kh., 2003. *Lithostratigraphy and history of sedimentation of Tirgan Formation in east of Kopeh -Dagh sedimentary basin. Msc thesis, Ferdowsi Mashhad University*, 167 p. (In Persian).
- Tucker, M.E., and Wright, V.P., 1990. *Carbonate Sedimentology*: Blackwell, 482 p
- Voznesenskii, A., Gorbachik, T., and Kuznetsova, K., 2002. Jurassic and Cretaceous Sea basins in the Southeastern part of the Lesser Caucasus: Sedimentation Settings and Foraminiferal Assemblages. *Stratigraphy and Geological Correlation*, 10 (3): 53-66 (in Russian).
- Weidich, K. F., 1990. Die kalkalpine unter kreide und ihre foraminiferen fauna. *Zitteliana*, 17, 1-312.
- Yavarmansh, H., Vaziri, S. H., Aryaei, A. A., Jahani, D., Pourkermani, M., and Khademi Bouriabadi, E., 2017. Benthic Foraminiferal and Calcareous Algae Assemblages in the Tirgan Formation (Urgonien Facies Type) in South Flank of Ghorogh Syncline (North of Chenaran), NE Iran. *Open Journal of Geology*, 7, 796-805, <http://doi: 10.4236/ojg.2017.76054>.
- Yazdi-Moghadam, M., Sajjadi, F., and Safari, F., 2008. *Evolutionary Study of the Orbitolinids in the Dariyan Formation, Dashtak Area, High Zagros Zone. Journal of Isfahan University (Basic Sciences)*, 32, 3: 1-12. (In Persian).